ARTES SCIENTIA VERITAS 1837
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

Digitized by Google

QC
5
.F5
v.5

Digitized by Google

Phyſikaliſches Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmſten zur Phyſik gehörigen Begriffe und Kunſtwörter

ſo wohl

nach atomiſtiſcher als auch nach dynamiſcher Lehrart betrachtet

mit

kurzen beygefügten Nachrichten von der Geſchichte der Erfindungen und Beſchreibungen der Werkzeuge

in

alphabetiſcher Ordnung

von

D. Johann Carl Fiſcher

der Philoſophie Prof. zu Jena und verſchiedener gelehrten Geſellſchaften Ehrenmitgliede.

Fünfter Theil.

Von Tag. bis Z.

Mit drey Kupfertafeln in Quart.

Göttingen

bey Heinrich Dieterich.

1804.

Digitized by Google

Phyſikaliſches
Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmſten zur Phyſik gehörigen Begriffe und Kunſtwörter, nach alphabetiſcher Ordnung.

Digitized by Google

Library com
Perella
5-22-29
9149

T.

Tag (dies, jour). Dieſer Ausdruck wird in einem doppelten Sinne genommen; ein Mahl verſteht man darunter die Zeitdauer der ſcheinbaren Umdrehung des Himmels, das andere Mahl aber die Zeitdauer, welche die Sonne über dem Horizonte eines Ortes verweilet. In der erſten Bedeutung iſt es der aſtronomiſche oder auch der bürgerliche Tag, in der andern aber der natürliche Tag. Von den franzöſiſchen Schriftſtellern wird jener der natürliche, und dieſer der künſtliche Tag genannt.

Was den aſtronomiſchen oder bürgerlichen Tag betrifft, ſo begreift dieſer den natürlichen Tag und die Nacht unter ſich, und iſt in 24 gleiche Theile oder Stunden getheilet worden. Dieſer Tag iſt eigentlich die Zeit, binnen welcher unſere Erde ſich ein Mahl um ihre Axe drehet, und nach welcher folglich alle Sterne die nämliche Lage gegen den Horizont und gegen den Mittagskreis wieder erhalten. Für die Fixſterne iſt dieſer Zeitraum völlig unveränderlich, und beſtändig gleich (die ſcheinbare eigene Bewegung derſelben kann hier außer Acht gelaſſen werden). M. ſ. Sternzeit. In Anſehung der Sonne aber, deren ſcheinbare Bewegung weit merklicher, und an jedem Tage nicht gleich iſt, werden die Tage, nach welchen ſie gegen die unveränderlichen Kreiſe der Himmelskugel wieder einerley Lage erhalten, ungleich. M. ſ. Sonnenzeit.

Die Aſtronomen fangen den Tag vom Mittage, d. i. vom Augenblicke an, da der Mittelpunkt der Sonne culminiret, und zählen in einem fort, bis zum Augenblicke, da der nächſtfolgende Mittag wieder eintritt, 24 Stunden, welches folglich wahre Sonnenſtunden ſind. Den bürgerlichen Tag hingegen fängt man 12 Stunden früher um Mitternacht an, und zählet bis Mittag 12 Stunden, und vom Mittage bis zur nächſtfolgenden Mitternacht abermahls 12 Stunden. Es kommen alſo die aſtronomiſchen Stunden mit den bürgerlichen in den Nachmittagsſtunden überein, bey den Morgenſtunden aber beträgt der Unterſchied

gerade 12 Stunden. Daher laſſen ſich die bürgerliche Stunden ſehr leicht in aſtronomiſche und dieſe in jene ver wandeln. So iſt z. B. der 6te Januar früh um 8 Uh bürgerlicher Zeit, der 5te Januar 20 Stunden aſtronomiſche Zeit. Faſt alle europäiſche Völker fangen den bürgerliche Tag um Mitternacht an. Schon die Römiſchen Prieſte rechneten ſo, und es iſt daher nicht wahrſcheinlich, da man bey dieſer Wahl auf die nächtliche Zeit der Gebu Jeſu Rückſicht genommen habe.

Einige Völker, wie z. B. die alten Babylonier, fi gen den Tag vom Aufgange der Sonne an, und zählte in einem 24 Stunden fort, die Juden hingegen vom Unte gange derſelben, und theilten den natürlichen Tag dur das ganze Jahr hindurch in 12, und die Nacht ebenfal in 12 Stunden ein, daher ihre Tagesſtunden im Somm größer als im Winter waren. Auch die Italiäner fange ihren Tag vom Untergange der Sonne an, zählen ab bis zur 24ſten Stunde fort. Nach dieſer italiäniſchen A zu rechnen, fallen daher der Mittag und Sonnenaufgar täglich auf andere und andere Stunden. Eine Vergleichu der italiäniſchen Stunden mit den europäiſchen, für die P höhen von 40 bis 44 Grad, findet man beym Labat [α] Im Florentiniſchen gebrauchet man ſeit 1750 europäiſc Stunden [β]).

Der natürliche Tag iſt an den meiſten Orten und verſchiedenen Zeiten ungleich groß, indem ſich die Län deſſelben nach dem Stande der Sonne, und nach den P höhen der Orte richtet. Es iſt nämlich die halbe Tage länge in Sonnenzeit

= (90° + Aſcenſionaldifferenz der Sonne) in Sternze

M. ſ. Aſcenſionaldifferenz (Th. I. S. 125.). Dieſe hal Tageslänge, zeiget zugleich die Stunde des Untergang der Sonne, weil wir vom Mittage an wieder von vo zu zählen anfangen.

F

α) Voyage d'Eſpagne et de l'Italie. Tom. IV.
β) Hamburg. Magazin B. X. St. 4. Art. 2.

Für die Orte, welche unter dem Aequator liegen, iſt die Aſcenſionaldifferenz = o, mithin die Tageslänge jederzeit = 6 Stunden. Es iſt alſo daſelbſt die Tageslänge zu allen Zeiten 12 Stunden.

Für diejenigen Orte hingegen, welche zwiſchen dem Aequator und den Polen liegen, iſt die Tageslänge veränderlich. Nur zwey Mahl im Jahre, nämlich um den 20ſten März und um den 23ſten September, wo die Sonne im Aequator ſich befindet, und ihre Abweichung mithin auch ihre Aſcenſionaldifferenz = o iſt, wird die Tageslänge ebenfalls 12 Stunden. Wenn aber die Sonne in die nördliche Kugel hinaufſteiget, mithin ihre Aſcenſionaldifferenz für die Oerter der nördlichen Hälfte der Erde poſitiv iſt, ſo werden die Tageslängen größer als 12 Stunden; für diejenigen Orte aber, die in der ſüdlichen Hälfte der Erde liegen, wird alsdann die Aſcenſionaldifferenz negativ, mithin werden die Tageslängen kleiner als 12 Stunden. Dagegen haben die Südländer längere, die Nordländer aber kürzere Tage, wenn die Sonne in die ſüdliche Halbkugel tritt.

Zur Zeit des längſten und kürzeſten Tages, bey uns um den 21ſten Juni und den 21ſten Decbr., wird die Abweichung der Sonne ein Größtes und der Schiefe der Ecliptik gleich. Alsdenn hat man

ſin. Aſcenſ. Differ. = tang. d. Schiefe der Ecl. × tang. d. Polhöhe.

M. ſ. Aſcenſionaldifferenz (Th. I. S. 124.).

Für die Orte, welche in den Polarkreiſen liegen, und in welchen die Polhöhe dem Complemente der Schiefe der Ecliptik gleich iſt, hat man am längſten und kürzeſten Tage,

ſin. Aſcenſ. Differ. = tang. d. Schief. d. Ecl. × cota. d. Sch. d. Ecl. = 1,

folglich die Aſcenſionaldifferenz = 90°, und den längſten Tag = 24 Stunden, den kürzeſten = o, oder dieſe Orte haben ein Mahl des Jahres einen Tag von 24 Stunden,

an welchem die Sonne gar nicht untergehet, und ein Mahl eine Nacht von 24 Stunden, wo ſie gar nicht aufgehet.

Je näher die Orte den Polen zu liegen, deſto länger hält dieſer beſtändige Tag an. Sobald die Abweichung der Sonne dem Complemente der Polhöhe gleich iſt, ſo geht der Tag an, und dauert über die Sonnenwende hinaus, bis die abnehmende Abweichung gerade wieder ſo groß geworden iſt. Z. B. Einem Orte unterm 75ſten Grade der nördlichen Breite fängt der beſtändige Tag an, wenn die Sonne 15° nördliche Abweichung erhält, und dauert ſo lange, bis ſie nach der Sonnenwende beym Niederſteigen die nämliche Abweichung wieder bekömmt.

Unter den Polen ſelbſt, wo die Polhöhe = 90° iſt, fängt ſchon der beſtändige Tag mit der Abweichung der Sonne = 0, d. i. mit der Nachtgleiche ſelbſt an, und endiget ſich erſt mit der nächſtfolgenden Nachtgleiche. Folglich dauert er ein ganzes halbes Jahr, und zwar für den Nordpol vom 20ſten März bis zum 23ſten September, und für den Südpol vom 23ſten September bis zum 20ſten März.

Auf ſolche Art findet man die Länge der Tage, wenn man auf diejenigen Urſachen, welche ſie vergrößern, weiter keine Rückſicht nimmt. Allein wegen der beträchtlichen ſcheinbaren Größe der Sonnenſcheibe, wobey der obere Rand ſpäter unter- und aufgehet, als der Mittelpunkt der Sonne, und wegen der Strahlenbrechung in der Atmoſphäre der Erde, welche das Sonnenbild über den Horizont erhebt, wenn gleich die Scheibe ſchon unter demſelben ſtehet, wird die Tageslänge merklich vergrößert. M. ſ. Strahlenbrechung, aſtronomiſche.

M. ſ. Käſtner Anfangsgründe der angew. Mathematik. 4te Aufl. Götting. 1794. 8. Chronologie §. 3. 4.

Tagebogen (arcus diurnus, arc diurne). Wenn ein Geſtirn (fig. 1.) S bey der ſcheinbaren Umwälzung der Himmelsſphäre ſeinen täglichen Umlauf in dem Kreiſe gſhe vollendet, ſo fällt ein Bogen deſſelben cgſ über den Horizont cſde, welcher eben der **Tagebogen** des

Geſtirns

Geſtirns S genennet wird. Weil der Kreis gſhe durch den Mittagskreis cphq in zwey Halbkreiſe geſchnitten wird; ſo folget, daß der Tagebogen ſg = ge = dem halben Tagebogen (arcus ſemidiurnus, arc ſemidiurne) ſey.

Der Kreis gſhe iſt mit dem Aequator alb parallel. Wenn daher die beiden Abweichungskreiſe pſf und pga gezogen werden, ſo iſt nun der Bogen gſ oder der halbe Tagebogen dem Bogen af des Aequotors ähnlich, d. h. jener beſitzet eben ſo viele Grade, und Theile davon, als dieſer. Aus dieſem Grunde nennt man auch wohl den Bogen af den halben Tagebogen des Sternes S, welcher dem Kreiſe gſhe zugehöret.

Wenn l der wahre Morgenpunkt iſt, ſo hat man af = al + lf = 90° + Aſcenſionaldifferenz (m. ſ. Aſcenſionaldifferenz) (Th. I. S. 125.), und folglich af in Zeit verwandelt die halbe Zeitdauer des Sternes S, und doppelt genommen, die ganze Zeitdauer des Sternes S über dem Horizonte. Es iſt hieraus ſehr leicht begreiflich, daß für diejenigen Geſtirne, welche im Aequator ſelbſt ſich befinden, der Tagebogen ein Halbkreis, für diejenigen aber, welche in der nördlichen Halbkugel ſtehen, bey uns größer, und für die in der ſüdlichen Halbkugel, kleiner als ein Halbkreis ſey.

Wenn die nördliche Abweichung des Sternes dem Complemente der Polhöhe pd zu 90° gleich, oder = db iſt, ſo wird die Aſcenſionaldifferenz = 90° mithin af = 180°, und der Tagebogen ein völliger Kreis. In dieſem Falle nämlich, fällt der mit dem Aequator parallele Kreis id ganz über den Horizont cſde, und der Stern geht gar nicht unter. Hieraus iſt ferner klar, daß diejenigen Sterne noch weniger untergehen können, deren nördliche Abweichung noch größer als das Complement der Polhöhe zu 90° iſt, oder die dem Pole noch näher ſind.

Im Gegentheil werden diejenigen Sterne, deren ſüdliche Abweichung entweder gleich oder größer dem Complemente

der Polhöhe, oder der Aequatorhöhe des Beobachtungsortes, oder = c a oder > c a, für uns gar nicht aufgehen, indem alsdenn der mit dem Aequator parallele Kreis, wie k c, ganz unter den Horizont c ſ d e fällt.

Tagekreiſe (circuli diurni, cercles diurnes) heißen alle mit dem Aequator parallele Kreiſe an der ſcheinbaren Himmelsſphäre. M. ſ. **Parallelkreiſe**. Man kann durch einen jeden Punkt oder durch einen jeden Stern an der Himmelskugel einen ſolchen Kreis, wie (fig. 1.) g ſ h e ziehen. Weil nun vermöge der Beobachtung ſich die Himmelskugel täglich ein Mahl nach der parallelen Richtung des Aequators umzuwälzen ſcheint; ſo iſt dieß eben der Kreis, in welchem ſich der Stern ſ täglich ein Mahl herumbeweget, und hat daher den Nahmen des **Tagekreiſes** erhalten. Daß ſolche Tagekreiſe zum Theil ganz über den Horizont des Beobachtungsortes, zum Theil unter denſelben fallen, zum Theil aber auch von demſelben durchſchnitten werden, erhellet aus dem vorigen Artikel, **Tagebogen**.

Durch den Mittelpunkt p b q a wird ein jeder von den Tagekreiſen in zweyen Punkten ſenkrecht durchſchnitten, welche einander gerade gegen über liegen, und wovon der eine die größte, der andere aber die kleinſte Höhe am Himmel hat wie z. B. i, d, c, k. Daher geht ein jeder Stern zweymahl des Tages durch den Mittagskreis; beide Durchgänge ſind aber nur alsdann ſichtbar, wenn der ganze Tagekreis über den Horizont des Beobachtungsortes fällt.

Ein jeder Parallelkreis wird, wie alle übrige Kreiſe, in Grade, Minuten u. ſ. eingetheilet. Die Grade und Theile der Parallelkreiſe ſind aber kleiner als die der größten Kreiſe der Himmelskugel, oder des Aequators. In dem rechtwinklichten Dreyecke n m i, iſt für den Sinus totus m i der Halbmeſſer n i des Parallelkreiſes der Sinus von p i, oder der Coſinus von i a, oder von der Abweichung des Parallelkreiſes, mithin hat man

$$im = ni \times \text{coſ. Abweichung.}$$

Es

Es bleibt aber für alle Parallelkreiſe m i gleich groß, mithin verhalten ſich die Halbmeſſer der Parallelkreiſe, folglich auch ihre Peripherien oder ähnlichen Theile davon, wie die Coſinus der ihnen zugehörigen Abweichungen, und man hat daher

Grad d. Tagekreiſes = Grad d. Aequat. × coſ. Abweich.

Z. B. für einen Stern von 60 Grad Abweichung, iſt ein Grad ſeines Tagekreiſes nur halb ſo groß, als ein Grad des Aequators.

Der ganze Tagekreis wird aber von jedem Sterne binnen 24 Stunden durchlaufen, mithin 15° in einer Stunde, 1° in 4 Minuten, 1 Minute in 4 Sekunden Sternzeit. Wenn man alſo die gegebene Anzahl der Grade der Parallelkreiſe mit dem Coſinus der Abweichung des Sternes multipliciret, ſo werden dadurch dieſe Grade auf Grade größter Kreiſe gebracht. Auf ſolche Art läßt ſich die tägliche Bewegung gebrauchen, um kleine Größen am Himmel durch die Zeit abzumeſſen. Z. B. ein Stern, deſſen Abweichung 60° beträgt, gebraucht 4 Minuten Zeit, um den Durchmeſſer des Geſichtsfeldes in einem unbewegt ſtehenden Fernrohre zu durchlaufen. Da nun dieſer Stern in 4 Minuten Zeit einen Grad ſeines Tagekreiſes durchläuft, welches mit coſ. 60° = $\frac{1}{2}$ multiplicirer, einen halben Grad oder 30 Minuten eines größten Kreiſes gibt; ſo findet man alſo den Durchmeſſer des Geſichtsfeldes in dieſem Fernrohre = 30′. Hierdurch erhält man ein Mittel, den Werth der Umdrehungen bey Mikrometerſchrauben zu beſtimmen. M. ſ. Mikrometer (Th. III. S. 571.).

Den Aequator ſelbſt kann man als einen Tagekreis, und folglich als den größten unter allen, anſehen. Wenn die Sonne in ſelbigem ſtehet, d. h. in den Tagen der Nachtgleichen, iſt er der Tagekreis derſelben. An den Tagen der Sonnenwende ſind die Wendekreiſe die Tagekreiſe der Sonne, und die Polarkreiſe die Tagekreiſe der Pole der Ecliptik. M. ſ. Wendekreiſe, Polarkreiſe.

Talg ſ. Fett.

Talkerde ſ. Bitterſalzerde.

Tangentialkraft ſ. Centralkräfte.

Taſchenperſpektiv ſ. Fernrohr.

Taſchenelektrometer ſ. Elektrometer.

Taucher, Carteſianiſche ſiehe Carteſianiſche Männchen.

Taucherglocke, Täucherglocke (campana vrinatoria, cloche du plongeur) iſt eine eigene Vorrichtung, worinn ſich ein Menſch eine Zeit lang in beträchtlicher Tiefe unter Waſſer aufhalten kann.

Die Kunſt, ſich unter Waſſer zu tauchen, iſt den allerälteſten Völkern bekannt geweſen. Dabey iſt es aber unmöglich, ſich lange unter Waſſer aufzuhalten, ohne zu athmen. Inzwiſchen haben es doch manche Taucher ſo weit gebracht, daß ſie einige Minuten im Waſſer aushalten können, und Oldenburgh [a]) führet an, daß die oſtindiſchen Perlenfiſcher auf eine Viertelſtunde darunter auszudauren im Stande wären.

Um aber die Dauer des Aufenthaltes unterm Waſſer zu vergrößern, hatte man ſehr bald auf Mittel gedacht. Schon Ariſtoteles [β]) führet an, daß die Taucher einen mit Gewalt hinabgedruckten Keſſel (χὲβητα καταφέντες) gebrauchten, der ſich nicht mit Waſſer fülle, ſondern Luft halte, wenn er garade hinabgelaſſen werde. Dieſe Stelle, welche einer Taucherglocke nicht unähnlich zu ſeyn ſcheinet, iſt jedoch dunkel, weil es ſich nicht mit Gewißheit behaupten läßt, ob das Waſſer καταφέντες ein Ueberſtürzen des Keſſels über den Kopf, oder ein bloßes Nachſenden deſſelben andeute, welches letztere bloß zu der Abſicht geſchehen konnte, damit der Taucher, ſo oft es ihm nöthig war, in ſelbigem wieder Athem hole.

Bey des Flavii Vegetii Renati vier Bücher der Ritterſchaft, — (Augſpurg 1529. fol.) findet man eine Menge Holzſchnitte, welche nicht zum Texte gehören, ſonſt aber

a) Acta philoſoph. ſocietatis in Anglia. Lipſ. 1675. 4. p. 724.

β) Problem. XXXII. §. 5.

aber auch nicht erkläret ſind. Auf einer von dieſen Platten ſieht man einen Mann, der vom Kopfe bis unter die Arme in leder eingenähet iſt, tief unterm Waſſer; über ſeinen Scheitel geht ein ledernes Rohr hinauf, das auf der Waſſerfläche durch eine Blaſe erhalten wird, und oben eine kegelförmige Röhre hat zum luftſchöpfen. Eine andere Vorrichtung von Franz. Keßler, ſich in ſelbiger eine geraume Zeit unterm Waſſer zu erhalten, beſchreibet Schwenter [α]); es beſteht dieſe aus einem oben verſchloſſenen und unten offenen abgekürzten Kegel, welchen der Menſch über ſich deckt, und darunter im Waſſer gehet. Auch ſchlägt Borellus [β]) eine beym Leupold [γ]) abgebildete Maſchine vor, unter dem Waſſer Athem zu holen, deren Unmöglichkeit Jakob Bernoulli [δ]) gezeiget hat. Eine andere ebenfalls nicht brauchbare Anſtalt unter Waſſer zu gehen, bildet Robert Fludd [ε]) nach alten Nachrichten ab. Beym Leupold [ζ]) findet man eine Menge Vorſchläge, ſich unterm Waſſer länger aufzuhalten, beſchrieben und abgebildet. Von der eigentlichen Taucherglocke hat ſchon Bacon von Verulamio [η]) eine umſtändliche Beſchreibung gegeben. Der wirkliche Gebrauch derſelben wird aber durch eine Nachricht von dem P. Schott [θ]) zuerſt auf das Jahr 1538 geſetzet. Schott führet ſie aus Taiſnier opuſc. de motu celerrimo an. Taiſnier ſah nämlich in Gegenwart des Kaiſers Carls V, und mehrerer Zuſchauer, zu Toledo, daß ſich zwey Griechen in einem umgekehrten Keſſel unter Waſſer ließen, und mit einem brennenden lichte, ohne naß zu werden, wieder herauſkamen.

In

α) Mathematiſche Erquickſtunden Th. 12. Prop. 15.

β) De motu animalium. 1679. 4.

γ) Theatrum pontificiale. Leipz. 1726. fol. Taf. II. fig. IV.

δ) Acta eruditor. Lipſ. 1783. Dec. p. 553.

ε) Hiſtoria vtriusque Coſmi. Oppenh. 1617. Tab. I. p. 419.

ζ) Theatrum pontificiale. Cap. 2. Taf. I – III.

η) Nouum organon L. II. §. 50. in opp. lat. tranſl. Lipſ. 1694. p. 408. ingl. phaenomena vniuerſi. ibid. p. 702.

θ) Technica curioſa. lib. VI. cap. 9. p. 393.

In der letzten Hälfte des 17ten Jahrhunderts war man bemühet, die Schätze, welche 1588 mit den Schiffen der ſo genannten unüberwindlichen Flotte verſunken ſeyn ſollten, bey der Inſel Mull an der weſtlichen Küſte von Schottland aus dem Meere heraufzuholen. Die Taucherglocke, der man ſich hierbey bediente, beſchreibet Sinclair [α]), jedoch ohne ſich die Erfindung derſelben beyzulegen, welche ihm von Paſchius [β]) und Leupold [γ]) mit Unrecht zugeſchrieben wird. Im Jahre 1665 brachte man einige Kanonen, und 1688 andere Koſtbarkeiten herauf, deren Werth doch im Ganzen nicht viel betragen haben ſoll. Im Jahre 1687 wurde eine ſolche Unternehmung auf Befehl des Herzogs von Abemarle durch William Phipps glücklicher ausgeführet, indem man von den Schätzen, welche mit einem ſpaniſchen Schiffe an der Küſte von Hiſpaniola verſunken waren, ſo viel aus einer Tiefe von 6 bis 7 Klaftern herausbrachte, daß deſſen Werth auf 300000 Pfund Sterling geſchätzet wurde.

Dieſe Taucherglocke beſtehet aus einem glockenförmigen Gefäße von Bley etwa 36 Zoll hoch, und unten eben ſo weit. Unten hing an ihm ein Fußſchemel herab, auf welchen ein Mann ſtehen konnte. Wird dieſe Glocke ſo ins Waſſer geſenkt, daß der Rand der Oeffnung die Waſſerfläche mit allen ſeinen Punkten zugleich berühret, ſo wird die Luft in ſelbiger eingeſperrt, und kann durch tieferes Hinablaſſen der Glocke zwar mehr zuſammengepreßt, aber nie herausgetrieben werden, ſo daß alſo der Kopf des Tauchers nebſt Bruſt und Armen ſtets im Trocknen, und in der eingeſchloſſenen Luft ſich befinden.

Die Einrichtung und den Gebrauch der Taucherglocke lehrte Nicolaus Witſen [δ]) etwas richtiger. Panthof [ε]), Pro-

α) Ars noua et magna grauitatis et leuitatis. Roterod. 1669. L. II. diod. 5. p. 222.

β) De nouis inuentis. Lipſ. 1700. 4. p. 650.

γ) Theatr. ſtatic. vniv. P. III. Leipz. 1726. fol. S. 242.

δ) Scheeps-Bouw beſckreven dor Nic. *Witſen.* Amſt. 1671. fol. p. 288.

ε) Journal des ſavans. 1678.

Profeſſor zu Lion, beſchreibt eine hölzerne Glocke von 13 bis 14 Fuß Höhe, unten 9 Fuß weit, ausgepicht, in ihrer Mitte ein Querholz zum Sitze für den Taucher, der Rand unten mit Gewichten beſchweret, daß ſie lothrecht niederſank, der Taucher begab ſich aus ihr ins Meer, Sachen daraus zu holen, ſtieg wiederum in ſie, Luft zu ſchöpfen, und wenn die Luft in der Glocke nicht mehr dazu tauglich war, mußte ſie mit ihm empor gezogen werden. Ein Modell dieſer Art bildet **Sturm** [a]) ab.

Wie groß die Zuſammenpreſſung der Luft in der Taucherglocke werde, läßt ſich durch Hülfe des Mariottiſchen Geſetzes beſtimmen. Sie wird nämlich noch einmahl ſo dicht, als die äußere atmoſphäriſche, wenn die Glocke 32 Fuß, drey Mahl dichter, wenn ſie 64 Fuß unter Waſſer iſt, u. ſ. f. Ueberhaupt, wenn die Höhe derjenigen Waſſerſäule, die dem Drucke der Atmoſphäre das Gleichgewicht hält, $= \alpha$ geſetzt wird, ſo verhält ſich die Dichtigkeit der in der Glocke eingeſchloſſenen Luft, welche bis zur Tiefe β eingeſenket worden, zur Dichtigkeit der äußern atmoſphäriſchen Luft, wie $\alpha + \beta : \alpha$. Die Schwierigkeit alſo, die hier Statt findet, iſt dieſe, daß bey beträchtlichen Tiefen eine ſehr ſtark zuſammengepreßte Luft eingeathmet werden muß, welche überdem noch durch die Reſpiration verdorben wird.

Dieſen Mängeln hat man auf mancherley Art abzuhelfen geſuchet. **Edmund Halley** [β]) verfertigte eine Glocke von 8 Fuß Höhe, 5 Fuß Weite am untern, und 3 Fuß am obern Ende, welche einen Raum von 63 Cubikfuß einnahm, mit Bley überzogen und ſo ſchwer war, daß ſie ſchon leer zu Boden ſank. Am untern Rande waren Gewichte ſo vertheilet, daß ſie dadurch ſtets horizontal erhalten wurde. Oben war ein ſtarkes Glas eingeſetzet, um dadurch Licht zu erhalten. Die ganze Vorrichtung hing an einem

[a]) Collegium experimentale curioſum. P. II. Norimb. 1685. 4. p. 4.

[β]) The art of living under water, in Philoſ. Transact. 1717. und 1721.

einem Querbalken am Maſtbaume des Schiffes. Der Taucher erhielt durch hinabgelaſſene und mit friſcher Luft gefüllte Schläuche reſpirable Luft, indem er ſelbige durch lederne in Oel getränkte Röhren in die Glocke leiten, und die in ſelbiger verdorbene Luft mittelſt eines Hahnes herauslaſſen konnte. Hierdurch brachte es Halley ſo weit, daß er ſich auf der Themſe zu London nebſt 4 Perſonen 9 bis 10 Klaftern tief unter Waſſer $1\frac{1}{2}$ Stunde aufhalten konnte. Durch die Menge der eingelaſſenen Luft machte er den Grund ſo trocken, daß er nicht bis über die Schuhe in Schlamm oder Sand trat. Durch die Glasſcheibe fiel ſo viel Licht in die Glocke, daß er bey ſtiller See leſen und ſchreiben konnte; mit einem eiſernen Griffel ſchrieb er ſeine Befehle auf Bley, und ſandte ſie mit den leer gewordenen Luftſchläuchen hinauf. Bey ſtürmiſcher See hingegen war es unten ganz finſter, und er mußte ein Licht brennen, welches aber faſt eben ſo viel Luft, als ein Menſch, verzehrte. Die einzige Beſchwerde, die er empfand, war ein Schmerz in den Ohren, welcher von der Verdichtung der Luft beym Hinablaſſen der Glocke entſtand, aber bald nachließ, wenn nur die Glocke ſehr langſam hinabſank. Um einen Taucher aus der Glocke auf den Meeresgrund verſchicken zu können, erfand Halley eine bleyerne Kappe, welche für ein Paar Minuten Luft faßte, über den Kopf gedeckt wurde, und durch ein dichtes beugſames Rohr mit der Glocke verbunden war.

Da Halley's Vorrichtung viel Koſtenaufwand erforderte, ſo gab der Schwede **Martin Triewald** *) eine wohlfeilere an. Die Glocke derſelben war viel kleiner von Kupfer, und inwendig verzinnt. Der untere Schemel war ſo niedrig angebracht, daß der Kopf des Tauchers gerade nur über der Waſſerfläche hervorragte, und noch viel Luft über ſich hatte. Auf ſolche Art athmete er beſtändig die in der Glocke enthaltene geſundeſte Luft ein, indem die

*) Konſt at lefwa under watnet, Stockholm 1741, 4. vergl. Philoſ. Transact. 1736.

die verdorbene in den obern Raum aufſtieg. Damit er ſich aber auch in dem obern Raume aufhalten konnte, ging an der Seite der Glocke eine rund umher gewundene kupferne Röhre in den untern Theil, woraus die untere geſundere Luft durch einen ledernen Aufſatz mit einem Mundſtücke von Elfenbein eingeſogen werden konnte.

Deſaguliers [a]) und **Martin** [β]) haben **Halley's** und **Triewald's** Glocke beſchrieben, und letzterer füget noch hinzu, daß ein Engländer einen ganzen Anzug vom ſtarken dichten Leder erfunden habe, der ohngefähr ein halbes Orhoſt Luft enthalte, genau über Arme und Beine paſſe, und vorn mit einem Glaſe verſehen ſey. In dieſem Anzuge habe er ſich oft auf den Meeresgrund begeben und daſelbſt die Zimmer verſunkener Schiffe durchſucht, um aus ſelbigen die Güter herauszuholen, welches Gewerbe er über 40 Jahre lang getrieben, und ſich dadurch ein anſehnliches Vermögen erworben habe.

M. ſ. **Beckmann** Beyträge zur Geſchichte der Erfindungen. B. I. Leipz. 1782. 8 St. 4. Num. 6. **Käſtner** Anfangsgründe der angewandten Mathematik. 4te Aufl. Götting. 1792. 8. Aerometrie. §. 12. III - IX.

Tavtochroniſch (tavtochrona, tavtochrones). So benennt man Wirkungen, welche in gleich langen Zeiten erfolgen. Es iſt alſo der Ausdruck tavtochroniſch einerley mit dem Worte iſochroniſch. M. ſ. **iſochroniſch.**

Tavtochroniſche Linien oder Linien von der kürzeſten Zeit des Falles werden in der höheren Geometrie diejenigen krummen Linien genannt, in welchen ein Körper von irgend einer Kraft getrieben, eine gleiche Zeit nöthig hat, um an eine gewiſſe Stelle zu kommen, die Bewegung deſſelben mag in einem Punkte der Curve anfangen, in welchem man will. Wenn die Kräfte auf den Körper beſtändig gleich

ſtark

a) Courſe of experimental philoſophy Vol. II. Lond. 1744. lect. 9. art. 31. u. f.

β) Philoſophia britannica überſ. von Wilke. Leipz. 1772. III Theile 8. Th. II. S. 224.

ſtark nach parallelen Richtungen wirken, wie z. B. die Schwere, ſo iſt eine ſolche Curve die Cykloide; in dieſer erreicht der fallende Körper die unterſte Stelle zu gleicher Zeit, er mag nun durch einen großen oder kleinen Bogen fallen. Für die Centralkräfte, welche den Körper beſtändig nach einerley Punkt hintreiben, ſind dieſe Curven Epicykloiden, logarithmiſche Spirallinien u. ſ. w. Von allen dieſen Linien hat Euler *) weitläuftig gehandelt.

Teleologie (teleologia, téleologie) heißt die Lehre, welche von den Zwecken in der Einrichtung der Welt Unterricht gibt.

Wer die Einrichtung der Welt ſowohl im Ganzen als auch in den geringſten Dingen etwas genauer betrachtet, der wird unwiderſtehlich auf den Gedanken hingeriſſen, daß nichts ohne Erreichung gewiſſer Zwecke, und nichts ohne Ausführung der erhabenſten Plane geſchiehet. Wer mag wohl leugnen, daß zuletzt alles auf Ordnung, Erhaltung, Vervollkommnung und Veredlung der Naturdinge abzwecket? Je tiefer wir uns in die Natur wagen, deſto mehr werden wir hiervon überzeuget. Stirbt auch ein Glied, und wenn es das geringſte iſt, aus der unendlichen Kette des Ganzen ab; ſo iſt auch in dieſem Augenblicke Thätigkeit da, ein neues Produkt zu erzeugen. Die Erhaltung des Ganzen iſt folglich der erſte Zweck in der Einrichtung der Welt, wobey beſonders für das Wohl ſo unendlich vieler empfindender Weſen iſt geſorget worden. Welche reichhaltige Ideen müſſen alſo gewiß Unterſuchungen dieſer Art gewähren. In der That iſt es aber ſo leicht nicht, die teleologiſchen Sätze in ein ſyſtematiſches Ganze gehörig zu ordnen, und neben einander zu ſtellen. Unſere Kenntniſſe ſind viel zu ſehr eingeſchränkt, um alles, was in die Teleologie gehöret, in ein richtiges Syſtem zu bringen. Die Natur hat noch bis jetzt ſo unendlich viele Geheimniſſe, die wir zu enthüllen, nicht im Stande ſind. Daher bleibt uns nichts

*) Commentar. Academ. Petropol. Tom. VII. p. 49. ſqq. ingl. mechanic. Tom. II. prop. 46. ſqq.

nichts weiter übrig, als nur Bruchſtücke von teleologiſchen Sätzen zu ſammeln, und ſie gehörig mit einander zu verbinden. Aber auch dieſes Geſchäft iſt ſchon eine überaus wichtige Sache, und gewähret uns Gedanken, die uns in jene Ewigkeit hin verſetzen; Gedanken, die entzückend ſind, und uns erſt recht das allgemeine menſchliche Elend als ein kurzes Uebel einzuſehen verſtatten.

Hier bleibt mir nichts weiter übrig, als kurz anzuführen, auf was für einem Wege man die Teleologie entwickeln müſſe. Um teleologiſche Sätze zu ſammeln, muß man nicht Zwecke vorausſetzen, und daraus die Geſetze der wirklichen Natur und ſelbſt Thatſachen herleiten, ſondern es müſſen vielmehr umgekehrt die Naturgeſetze und alle davon abhangende Erſcheinungen erſt aus der Natur heraus demonſtriret, und ſodann erſt die Zwecke gefolgert werden. Die phyſikaliſchen Beweiſe müſſen nothwendig ihren Grund in den Erfahrungen haben; denn ſonſt würden alle aufgeſtellte teleologiſche Sätze ein bloßes Ideal, das ſich auf Möglichkeiten, aber auf keine Wirklichkeiten gründet, darſtellen. In dieſen Fehler ſind ungemein viele Phyſiker gefallen. So leiteten z. B. Ariſtoteles und mit ihm die Scholaſtiker gewiſſe Naturerſcheinungen aus den Abſichten der Natur, nichts vergeblich zu thun, das Beſte zu wählen, den leeren Raum zu vermeiden u. ſ. f. her, Carteſius und Andere die Geſetze des Stoßes aus dem Satze, daß Gott in der Natur beſtändig gleich viel Bewegung erhalte, und die Mechanik aus der Abſicht der Erhaltung lebendiger Kräfte u. ſ. f. Gerade umgekehrt müſſen die Abſichten und Zwecke aus den Naturerſcheinungen bewieſen werden. Selbſt Maupertuis *) hat dieß ſehr lebhaft gefühlet, welcher die Geſetze des Stoßes aus dem Satze der kleinſten Wirkung herleitete: ich hätte, ſagt er, von den Geſetzen, wie ſie die Mathematiker angeben, und wie ſie die Erfahrung

*) Eſſai de cosmologie, am Schluſſe des 1ſten Theils.

rung beſtätiget, ausgehen, und erſt nachher in ihnen Spuren der göttlichen Macht und Weisheit aufſuchen nen. Aber da die Erfinder dieſer Geſetze Vorausſetzun zu Hülſe nehmen, die nicht rein geometriſch ſind, mi die Gewißheit der Sache nicht auf ganz ſtrenge Den ſtrationen gegründet iſt; ſo hielt ich es für ſicherer und theilhafter, ſie aus den Eigenſchaften eines allmächtigen allweiſen Weſens abzuleiten. Wenn ich auf dieſem A eben die Geſetze finde, die in der wirklichen Welt S haben, iſt das nicht der ſtärkſte Beweis, daß ein ſol Weſen vorhanden, und der Urheber dieſer Geſetze Allein ſo ſchön dieſe Gedanken ſind, ſo bleibt doch Schlußart irrig. Wie leicht würde es nicht ſeyn, eben den vorausgeſetzten Eigenſchaften der Gottheit A kungen herzuleiten, die in der wirklichen Welt gar n anzutreffen ſind.

Einige hierher gehörige Schriften findet man u dem Artikel, **Phyſik** (Th. III. S. 903).

Teleſkop, ſ. **Fernrohr, Spiegelteleſkop.**

Temperatur (temperatura, temperies aëris coeli, température). Mit dieſem Ausdrucke bezeid man den jedesmahligen Zuſtand in Anſehung der fühlbc Wärme unſerer Atmoſphäre. Man drückt dieſen Zuſt durch einen Wärmegrad aus, welcher ſich auf eine gen Scale eines der Luft ausgeſetzten Thermometers bezie Dieſer Grad der Wärme muß aber jederzeit ſo beſtin werden, daß man zugleich die Scale mit anführet, welcher er gehöret, weil es mehrere Scalen gibt. M **Thermometer.**

Wir ſagen, daß die Atmoſphäre **warm** ſey, w ihre Wärme größer iſt als die Wärme der äußern Th unſers Körpers, **kalt** hingegen, wenn ihre Wärme ringer iſt. Wenn ein geſunder ſonſt aber ruhiger Me die atmoſphäriſche Luft weder kalt noch warm findet, leget man der Atmoſphäre eine **mittlere** oder **gemäßi** **Temperatur** bey, welche ohngefähr bey dem 54ſten G

der Fahrenheitſchen Scale, oder bey dem 10ten Grade der Reaumürſchen Scale Statt findet. In unſern gemäßigten Gegenden ſteigt die Sommerwärme von 64° bis 100° Fahrenh., oder 14 bis 31° Reaum., die Winterkälte ohngefähr von 20 bis — 4° Fahrenh., oder von — 5 bis — 16° Reaum., wiewohl in außerordentlich kalten Wintern das Thermometer noch tiefere Grade zeigt.

Auch gebrauchet man das Wort **Temperatur** ſehr oft von dem Wärmegrade, welchen eingeſchloſſene Luft, z. B. in Zimmern oder Gefäßen, oder andere Körper anzeigen. In der freyen Luft nehmen alle Körper eine gleiche Temperatur an, die thieriſchen Körper ausgenommen, welche Wärme aus ſich ſelbſt entwickeln. M. ſ. **Wärme, thieriſche.**

Auch gebrauchet man den Ausdruck **Temperatur** in der Muſik, und bezeichnet damit eine gewiſſe Einrichtung der Tonleiter nach beſtimmten Verhältniſſen. M. ſ. **Ton.**

Tetrachord ſ. **Ton.**

Teufel, Carteſianiſche, ſiehe **Carteſianiſche Männchen.**

Thau (ros, rosée) heißt die Feuchtigkeit, welche ſich ſehr oft nach Untergang der Sonne und vor Aufgang derſelben in Tropfengeſtalt an die Pflanzen, oder auch an andere der Luft ausgeſetzte Körper anleget. In unſern Gegenden iſt dieſe Erſcheinung in dem Sommer-Halbenjahre, beſonders bey heitern und ſtillen Tagen, ſehr gemein. Der gemeine Mann ahndet gewöhnlich einen guten Tag, wenn es früh gethauet hat.

Nach der Meinung der Alten rühret der Thau von den Sternen her, oder werde doch wenigſtens ſehr hoch in der Atmoſphäre erzeuget. **Iſaak Voſſius** behauptet, daß der Thau in der Höhe von einer deutſchen Meile entſtehe. Der gemeinen Meinung nach, daß der Thau ſeinen Urſprung den Sternen zu verdanken habe, glaubten die Alchymiſten große Geheimniſſe darin zu finden. Auch kommt daher die gemeine Redensart, der **Thau** falle.

Chriſtian Ludwig Gerſten *), Profeſſor zu Gie
war der erſte, welcher durch viele Verſuche zu bew
glaubte, daß der Thau faſt immer, wenigſtens in He
aufſteige. Er beobachtete, daß der Thau nicht allein
der obern Fläche der Pflanzenblätter, ſondern auch ſehr
an den Rändern und an der untern Fläche ſich bef
auch thaueten die Pflanzen, die mit Glocken bedeckt wa
eben ſo gut, als frey ſtehende. Alles dieß ließ ihn
vermuthen, daß der Thau wirklich aufſteige. Das Bi
dere, was er bey ſeinen Verſuchen wahrnahm, war d
daß diejenigen Körper, welche auf Metallblättchen la
nicht bethauet wurden. Noch mehrere und ſorgfälti
Verſuche dieſer Art machte du Fay β). Er hing in
ſchiedenen Höhen über dem Boden, Glasplatten horizo
auf, und fand beſtändig, daß nur ihre untere Fläche
netzt ward. Ueberdem wurden die unteren Platten
feucht, wie die höhern, und diejenigen Platten, we
31 Fuß über dem Boden erhoben waren, ſchienen erſ
einer halben Stunde befeuchtet zu werden. Einige A
von Körpern, wie z. B. Porzellan und Glas, wurden
ſtärker als andere bethauet, ſo wie manche Farben m
als andere. Belegte er Glas nach Art der elektriſ
Ladungsflaſchen, ſo wurde es vom Thaue nicht mehr feu
Aus dieſen Verſuchen folgerte du Fay, daß der T
wirklich aufſteige, und vermuthete eine Verbindung de
ben mit der Elektricität.

Noch mehrere Verſuche führt Muſſchenbroek γ)
welche er ſelbſt zu Leiden und Utrecht über den Thau
geſtellt hatte. Er glaubt, es gebe nicht allein aufſteigend
ſondern auch fallenden Thau, wiewohl jenen in größe
Menge. Der aufſteigende Thau hat nach Verſchieden

*) Diſſ. roris decidui errorem antiquum et vulgarem per obſ
exper. noua excutiens bey ſ. tentam. ſyſtem. noui ad muta
nes barometri ex natura elateris aërii demonſtr. Frcf. 17-3.

β) Sur la roſée in den mémoir. de l'Academ. roy. des ſcienc
Paris 1736. p. 352.

γ) Introduct. ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 2344. ſqq.

des Ortes und nach Verſchiedenheit der Jahrszeiten auch verſchiedene Beſtandtheile, daher ihn auch **Muſſchenbroek** ein wahres Chaos aller aufſteigenden Körper nennt (verum chaos omnium adſcendentium corporum). Dieß ſey aber auch die Urſache, warum die Chemiker in Anſehung der Beſtandtheile des Thaues ſo verſchieden wären. Unter andern führt er an, daß **Henſhaw** *) friſch geſammelten Maythau durch ein leinenes Tuch gedrückt, und ihn nicht ganz durchſichtig, ſondern von einer harnähnlichen Farbe gefunden habe; daß er ihn der Sonne oder Wärme in gläſernen Gefäßen ausgeſetzet habe, ohne an ihm eine Fäulniß zu bemerken, welche aber früher, als am Regenwaſſer in hölzernen Gefäßen erfolgt ſey; nachher aber habe er den Thau eingedicket, das erdigte Ueberbleibſel einer Deſtillation mit heftigem Feuer unterworfen, und daher eine Miſchung aus Salz und Schwefel erhalten. **Muſſchenbroek** ſelbſt bewahrte 24 Jahre Thauwaſſer in einer gläſernen Phiole auf, und ließ es alle Winter frieren, allein es verlor weder ſeine Reinigkeit und Undurchſichtigkeit, noch veränderte es ſeinen Geſchmack und Geruch.

Auch ergaben **Muſſchenbroek's** Verſuche, daß mancher Thau auf alle nur mögliche Körper, mancher aber nur auf gewiſſe Arten von Körpern falle. Glas und Porzellan werden bethauet, wenn polirtes Metall und Steine daneben trocken bleiben. Unter verſchiedenen Lederarten wurden der rothe und gelbe Saffian, ſo wie das noch nicht bearbeitete Kalbfell, am meiſten bethauet; das blaue und ſchwarze Leder aber am wenigſten.

Du Fay ſtellte neben einer Metallplatte eine eben ſo große Glasplatte, und fand, daß erſtere nicht, wohl aber letztere vom Thaue befeuchtet ward; legte er über die Fuge, welche durch das Nebeneinanderſtellen der Platten entſtanden war, eine Glasplatte, ſo legte ſich viel Thau auf das Stück über dem Glaſe, wenig oder nichts auf das andere Stück über der Metallplatte. Brachte er ein Stück polirtes

*) Philoſoph. Transact. num. 3. p. 33.

Metall in einen gläſernen Napf, ſo blieb das M trocken, wenn gleich der Napf feucht ward; legte e Gegentheil ein Stück Glas in einen metallenen Nap ward jenes naß, indem dieſer trocken blieb. Muſſc broek vermuthete, daß vielleicht die Elektricität beym eine vorzügliche Rolle ſpiele, wie er denn überhaupt Erklärung der Ausdünſtung, die Elektricität zu nimmt. Er fragt, ob vielleicht die Dünſte ſteigen, Elektricität hinzukommt, und fallen, wenn ſie n davon gehet?

Muſſchenbroek bemerket noch, daß es bey ſta Winde niemahls thaue, wie auch ſchon Ariſtoteles anf In Holland falle der meiſte Thau vom Aprill bis October, und zwar 2 bis 3 Stunden nach Sonnenu gang, und um Sonnenaufgang. Uebrigens thaue es vorhergegangenem Regen und überhaupt bey feuchtem den ſehr ſtark; auch in heißen Ländern falle viel Thau warme Tage mit kühlen Nächten abwechſelten, wie Sc vom wüſten Arabien anführe, wo die Reiſenden vom T oft bis auf die Haut befeuchtet würden.

So viele Beyſpiele auch Muſſchenbroek über von verſchiedenen Chemikern gefundenen verſchiedenen ſtandtheile des Thaues anführet, ſo bemerket doch Be mann, daß vorſichtig geſammelter Thau an Farbe, ſchmack und Geruch mit dem Regenwaſſer übereinkom daß er aber Spuren von Kochſalz und Salpeterſäure ze Daher ſey es gar kein Wunder, wenn der Thau biswe das Gold angreife; es ſey aber ein leeres Unternehmen, im Thaue geſuchte allgemeine Auflöſungsmittel daraus gewinnen.

Le Roy *) verſuchte, aus ſeinem Syſteme über Auflöſung des Waſſers in der Luft, eine Erklärung Thaues zu geben. Dieſem Syſteme gemäß hat es d

*) Sur l'élévation et la ſuſpenſion de l'eau dans l'air et ſu roſée in mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. 1 p. 418.

dem Thaue einerley Bewandniß, wie mit dem Beſchlagen der Fenſter geheizter Zimmer im Winter, und mit dem Anlaufen kalter Körper, welche man in warme Luft bringt. Es werde nämlich unſere Atmoſphäre ſowohl, als die Erdfläche, den ganzen Tag über durch die Sonne erwärmt; ſobald aber die Sonne untergehe, ſo erkalte ſich die Atmoſphäre wegen ihrer geringeren Dichtigkeit weit eher, als die Erdfläche; daher daure die Ausdünſtung der letztern, der Pflanzen und des Waſſers immer noch fort; beym Aufſteigen gelange aber dieſe Feuchtigkeit in kältere Luftſchichten, ſchlage ſich daher in Tropfengeſtalt an den Oberflächen der Körper nieder. Selbſt die erkaltete Luft laſſe einen Theil des Waſſers fallen, welches ſie bey wärmerer Temperatur aufgelöſet halten konnte. Beym Aufgange der Sonne hingegen werde die Atmoſphäre zuerſt erwärmet, und es ſchlage ſich das Waſſer, welches ſie enthalte, an der kältern Erdfläche durch die Berührung derſelben nieder; auch komme noch hinzu, daß die erwärmte Luft aufſteige, und ihr Abgang durch kältere Luft aus den benachbarten Gegenden erſetzet werde, welche nicht mehr ſo viel Feuchtigkeit, als die vorige wärmere, halten könne. Dieſem Syſteme zu Folge muß alſo der Thau des Abends und in der Nacht ſteigen, und des Morgens fallen.

Herr de Sauſſüre *), welcher ebenfalls das Auflöſungsſyſtem vertheidiget, führet an, daß der Abendthau manchmahl ſo ſtark geweſen ſey, daß dabey das Hygrometer auf den Punkt der größten Feuchtigkeit ſich geneigt habe. Dieß geſchehe aber doch noch öfter beym Morgenthaue. In kühlen und ſtillen Nächten, welche auf Regentage folgen, bleibe das Hygrometer die ganze Nacht hindurch auf den Punkt der größten Feuchtigkeit unverändert ſtehen, ſelbſt beym vollkommen heiterſten Himmel und beym ſchönſten Glanze der Sterne. Dieſe vollkommene Durchſichtigkeit der Atmoſphäre beym Sättigungsgrade mit Feuchtigkeit iſt ihm ein offenbarer Beweis von der Auflö-

*) Eſſais ſur l'hygrométhrie, eſſai IV. §. 320. 325.

ſung der Dünſte in der Luft. Er fand übrigens, daß die Elektricität während des Thauens zunahm.

Her de Lüc, welcher ſchon das Auflöſungsſyſtem in ſeinen Unterſuchungen über die Atmoſphäre beſtritt, nimmt an, daß die Dünſte bloß durch Hülfe der Wärme in der Luft nur bis zu einem gewiſſen Maximum enthalten ſeyn können, und daß beym Thaue allemahl das Maximum, oder die äußerſte Feuchtigkeit Statt finde. Er unterſcheidet aber doch das Naßwerden der Pflanzen bey Nacht von der Feuchtigkeit der Luft und der darin aufgehängten Körper *). Aus ſeinen im Jahre 1749 angeſtellten Verſuchen ſchließt er, daß beyde Erſcheinungen von verſchiedenen Urſachen herrühren. Wenn in der Luft aufgehangene Körper feucht würden, ſo geſchehe dieß, ſagt er, durch ein wahres Niederfallen des Waſſers. Er nahm ein Faß ohne Boden, in welchem in zwey verſchiedenen Höhen Fäden ausgeſpannt und mit Leinwand bedeckt waren. Zur Zeit des Thauens zog die obere Leinwand viel Waſſer an, da die untere nur ſehr wenig annahm. Wenn er hingegen zu gleicher Zeit einen Theil des Raſens mit Glasſcheiben bedeckte, ſo wurde das bedeckte Gras eben ſo feucht, wie das unbedeckte, und dieſe Scheiben, welche horizontal einen Fuß über der Erde gehalten, ſich nur von oben befeuchteten, waren alsdann oben und unten naß. Daher ſcheinet ihm die Befeuchtung der Pflanzen nach Sonnenuntergang nur den Zuſtand der Luft, der das Fallen des Thaues hervorbringt, zu begleiten, aber noch eine andere Urſache zu haben, die vielleicht vom Mechanismus der Vegetation abhangen möge, ſo daß Pflanzen oben auf den Gebirgen naß werden können, ohne daß Thau fälle. Die untere Befeuchtung aufgehangener Glasſcheiben beweiſe, daß ſelbſt während des Fallens des Thaues die Ausdünſtung reichlich fortfahre.

Bey Tage muß die Feuchtigkeit in den untern Luftſchichten geringer ſeyn, weil ſie wärmer ſind, mithin eine große Menge von Dünſten enthalten können, oder nach Herrn de

*) Neue Ideen über die Meteorologie. a. d. Franz. Th. II. S. 545.

de Lüc's Ausdrucke; weil die Wärme die Dünſte hier von ihrem Maximum mehr entfernt hält α). Bey Nacht hingegen nimmt hier die Feuchtigkeit zu, weil die Wärme in der Luft merklich abgenommen hat, und es fällt der Thau, die Erde und das Waſſer aber, welche weniger Wärme verlieren, dunſten fort. Denn durch die Abnahme der Wärme in der Luft nähern ſich hier die Dünſte ihrem Maximum, und durch die Dauer der Ausdünſtung überſchreiten ſie daſſelbe. Daß die poſitive Luftelektricität beym Fallen des Thaues zunehme, erklärte er, mit de Sauſſüre dadurch, daß der Thau einen Leiter bilde, welcher die Elektricität der obern Luftſchichten in die untern herabbringe, welche letztern ſonſt wegen der Mittheilung an die Erdfläche allezeit eine etwas ſchwächere Elektricität zeigten β).

Nach der Zeit hat Herr de Lüc γ) noch mehrere Beobachtungen über die Feuchtigkeit der Luft beym Thaue an verſchiedenen Hygroſkopen angeſtellet. Dieſe Hygroſkope hatte er in freyer Luft drey Fuß hoch über einem Grasplatze auf dem Lande aufgehängt. Uebrigens waren ſie von dem Punkte der äußerſten Trockenheit bis zum Punkte der äußerſten Feuchtigkeit in 100 Theile abgetheilet. Dieſe ſeine Beobachtungen ließen ſich auf folgende allgemeine Sätze bringen:

1. Folgte auf einen hellen und warmen Tag ein heller und ſtiller Abend, ſo wurde das Gras oft naß, wenn gleich das Hygroſkop mehrere Stunden, und manchmal die ganze Nacht zwiſchen 50 und 55 ſtand.

2. Das Hygroſkop neigte ſich mehr auf Feuchtigkeit, wenn es ſtärker zu thauen anfing, ſo daß hohe Kräuter und Stauden nach und nach feucht wurden. Kam das Hygroſkop etwa auf 80 Grade, ſo wurden auch Glastafeln und Flächen, mit Oehlfirniß überzogen, naß; allein während

α) Neue Ideen über die Meteorologie, §. 558.
β) Ebendaſ. §. 830.
γ) Abhandlung über die Hygrometrie aus den Philoſoph. Transact. Vol. LXXXI. überſetzt in Grens Journal der Phyſik, B. V. S. 300. §. 28.

dieſer Zeit bemerkte man weder auf metallenen Platten, welche wie die Glastafeln ausgeſetzet waren, noch einige Sträucher und Bäume naß; auch dieß dauerte ganze Nächte.

3. Das Hygroſkop ging endlich von 80 bis 100, wenn der Thau ſich ſeinem Maximum näherte. Hätte er wirklich ſein Maximum erreichet, ſo war dieß ein ſicheres Zeichen, daß die äußerſte Feuchtigkeit in der Luſt vorhanden war; denn alsdann wurde jeder ausgeſtellte Körper bethauet.

Dieſe Beobachtungen ſieht de Lüc als eine neue Beſtätigung ſeines Satzes an, daß nicht aller Thau von einer freywilligen Niederſchlagung in der Luſt herrühre; denn wäre dieß wirklich der Fall, ſo müßte in 1 und 2 alle andere feſte Körper ebenfalls feucht geworden ſeyn; allein ſie wurden es nur in einer gewiſſen Stufenfolge, und während der Zeit zeigten die Hygroſkope, daß die Feuchtigkeit in der Luſt immer größer wurde. Mithin muß die Erſcheinung des Thaues von einigen beſondern Urſachen abhangen, wodurch das Waſſer, ob es gleich noch keine Neigung hat, die Luſt zu verlaſſen, dennoch einige beſondere Körper befeuchtet. Indeſſen geſteht de Lüc, daß er dieſe beſondern Urſachen anzugeben nicht im Stande ſey, und ſchmeichelt ſich mit der Hoffnung, daß ſie vielleicht mit Verbeſſerung der Hygroſkope entdecket werden würden.

Herr Hube *), ein ſtarker Vertheidiger des Auflöſungsſyſtems, handelt von den Erſcheinungen des Thaues ziemlich umſtändlich. Er leitet den Thau nicht von wirklich niedergeſchlagenen Dünſten, ſondern von unaufgelöſten Dünſten her, die ſich in der untern Luſt befinden, oder der Thau iſt, nach ſeinem Ausdrucke kein Niederſchlag der erſten Art, ſondern ein Niederſchlag der zweyten Art (M. ſ. den Artikel, Ausdünſtung, Th. I. S. 217). Seine Gründe ſind dieſe, wenn der Thau wirklich ein Niederſchlag der erſten

*) Ueber die Ausdünſtung und ihre Wirkung in der Atmoſphäre. Leipz. 1790. 8. Cap 35 u 36. ingleich. vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre, B. II. Leipz. 1793. 8. Brief 27. S. 206 f.

erſten Art wäre, ſo müßte ſich die Luft merklich erwärmen, beſonders wenn der Thau häufig iſt, indem ein jeder Niederſchlag der erſten Art, er möge abſolut oder relativ ſeyn, Wärme erzeuge; von einer ſolchen Erwärmung aber merke man nie die geringſte Spur; überdem ſey das Thauwaſſer höchſt unrein, indem es mehrentheils einen widerlichen Geſchmack, einen beſondern Geruch und in verſchiedenen Gegenden oft ſehr verſchiedene Eigenſchaften beſitze, die man an dem Regenwaſſer nicht wahrnehme. Nach ihm beſteht alſo der Thau aus unaufgelöſten in der Luft zerſtreueten Dünſten, welche ſich vorzüglich des Abends nach heißen Tagen ſtark anhäufen, weil alsdann die Luft nur langſam auflöſe. An ſolchen Tagen dunſten alle feuchte Körper auf die erſte Art aus, und es verbreitet ſich um ſie her eine Menge unaufgelöster höchſt feiner Waſſertheilchen. Dieſe ſind mit den Dünſten der Thiere und Pflanzen vermiſcht, und hangen mit der Luft um deſto ſchwächer zuſammen, je mehr ihre ſcheinbare Feuchtigkeit zunimmt. Gleichwohl aber würden ſie ſich von der Luft mehrentheils nicht abſondern, wenn die Elektricität der Atmoſphäre hierbey nicht wirkſam ſeyn möchte. Denn dieſe mache, daß die Dünſte von allen Körpern, welche nicht ſo elektriſiret ſind, als ſie, angezogen werden. Sind die Körper, welche die Luft berühret, Leiter, und nicht iſolirt, ſo verlieren die Dünſte, indem ſie ſie berühren, ihre Elektricität, und bleiben an ihnen hangen, wenn die Körper entweder rauh ſind, und die Dunſtbläschen in vielen Punkten berühren, oder wenn ſie ſie ohnehin ſtark anziehen. Im entgegengeſetzten Falle aber ſondern ſie ſich von der Luft nicht ab. So werden Pflanzen, Tiſche, Steine, und ſelbſt rauhe Metalle, wenn ſie der freyen Luft ausgeſetzet ſind, vom Thaue befeuchtet, polirte Metalle aber bleiben mehrentheils trocken. Elektriſirte Körper hingegen, als Glas, Porzellan, Seide, Wolle und andere ziehen die elektriſirten Dünſte an, ohne ihnen ihre Elektricität zu rauben. Sie bleiben alſo im Zuſammenhange mit ihnen, und werden vorzüglich

naß.

naß. Sind ſie aber dünn, und liegen auf guten **Leitern**, ſo nehmen ſie oben die Elektricität der Bläschen an, **werden** ſchwach geladen, und ſtoßen die Bläschen zurück. **So** bleibt eine Glastafel, die auf einer Metallplatte **liegt**, ſo weit das Metall reicht, in der thauenden Luft trocken. **Eben** dieß widerfähret auch einem gut iſolirten Leiter, weil **er die** Elektricität der Luft annimmt. Wenn z. B. eine **kleine** Metallplatte auf einer größern Glastafel liegt, ſo **bleibt** nicht nur das Metall, ſondern wegen Wirkung **deſſelben** auf die Bläschen, auch ein Streifen vom Glaſe **ringsum** die Ränder des Metalls trocken, während daß ſich der übrige Theil des Glaſes mit einem reichlichen Thaue bedeckt.

Nach **Hube** iſt die atmoſphäriſche Elektricität bey dem Thaue ſo nothwendig, daß er ganz ausbleibt, oder nur ſehr ſchwach iſt, wenn den Tag vorher die Atmoſphäre keine oder nur eine ſehr geringe poſitive Elektricität gehabt hat. Deſſentwegen fällt auch der Thau auch nur bey ſtiller Luft, weil die Winde die Bläschen von den Körpern wegtreiben, indem ſie ſich ihnen zu nähern anfangen. Man ſieht daher das Ausbleiben des Thaues als einen Vorboten des Regens an.

Die Erklärung und die ſcheinbare Feuchtigkeit der Atmoſphäre iſt nach dem Untergange der Sonne allemahl nahe an der Erde am ſtärkſten. Daher ſteigen nicht nur die aufgelöſten, ſondern auch die noch unaufgelöſten Dünſte im Anfange der Nacht nach und nach in die höhere Luft auf, von welcher ſie ſtärker angezogen werden, als von der untern. Wenn man alſo mehrere Körper in verſchiedenen Höhen aufhängt, ſo werden die untern des Nachts viel eher und oft mehr als eine Stunde vorher vom Thaue feucht, als die obern. Sie ſind auch mehrentheils an der untern Fläche viel näſſer als an der obern. In der Nacht ſelbſt fällt unten kein Thau, weil die Dünſte hier nicht mehr angehäuft ſind. Aber gegen den Morgen entſteht gewöhnlich ein Oſtwind, die Atmoſphäre wird zuerſt oben erkältet, und daher bewegen ſich die Dunſtbläschen wieder nach unten.

Auf

Auf gleiche Art thauet es in den heißen Gegenden der Erde über dem offenen Meere und über dem feſten Lande, es müßte denn das letztere ſo dürre ſeyn, daß es daſelbſt an einer hinlänglichen Menge von Dünſten fehlte. In den europäiſchen und andern gleich kalten Meeren thauet es ſelten, es ſey denn nahe an den Küſten. Daher auch die Seeleute hier den Thau als ein Zeichen eines nahen Landes anſehen. Auf dem feſten Lande in Europa iſt dagegen der Thau im Sommer überall ſehr gewöhnlich. Hieraus folgt, daß in den kältern Ländern gewöhnlich bloß das feſte Land, und ſeltener das Meer, in den heißen hingegen auch das Meer immer auf die erſte Art ausdunſtet.

Je häufiger unaufgelöſte Dünſte bey Tage durch die Luft zerſtreuet, und je weniger ſie nachher des Abends aufgelöſet werden, um deſto reichlicher thauet es. Daher iſt der Thau in heißen Ländern, wo der Tag überhaupt heißer, und die Erkältung der Nacht größer iſt, als bey uns gewöhnlich am ſtärkſten. Daher iſt er bey uns mehrentheils nur des Sommers zu bemerken, im Winter aber ſparſam, auch wenn er an die Körper in der freyen Luft anfrieret, und den Reif bildet. Zuweilen ſind bey uns des Sommers die Dünſte, aus welchen er entſteht, in der Luft ſo häufig, daß der Mond des Abends einen Hof zu haben ſcheinet, wenn gleich die Luft ganz hell iſt.

Im Sommer findet man auch ſolche Gewächſe, welche des Nachts mit Glasglocken bedeckt waren, des Morgens vom Thaue benetzt, und oft noch ſtärker, als die Pflanzen in freyer Luft. Denn die Dünſte, welche die bedeckten Pflanzen aushauchen, können ſich außer den Glocken nicht vertheilen, und häufen ſich alſo in der wenigen Luft unter den Glocken ſo ſtark an, daß dieſe ihre Ziehkraft faſt ganz verliert. Sie hängen ſich daher an die Glocken, oder bleiben an den Pflanzen.

Auch Herr **Lampadius** ſtellte über das Bethauen verſchiedener Körper Beobachtungen an, durch welche er ſich berechtiget zu ſeyn glaubte, der Behauptung des

Herrn

Herrn Hube, daß beym Thaue die Luftelektricität nothwendig ſey, zu widerſprechen *).

Herr Lampadius, welcher das Auflöſungsſyſtem nicht annimmt, läßt mit Herrn de Lüc den Thau daher entſtehen, daß die wärmern aus der Erde aufſteigenden Dünſte zum Theil zerſetzet werden, weil ihnen die Wärme in der Atmoſphäre entzogen wird, um die Gleichheit der Temperatur wieder herzuſtellen. Er behauptet, daß es auch am Tage thaue, nur verdunſte hier das Waſſer gleich wieder, wegen der größern Wärme und deren ſtärkern Expanſivkraft. Wenn aber die Wirkung der Sonnenſtrahlen nachlaſſe, ſo falle vielleicht auch ein Theil der expanſiven Kraft weg, welche jene als fortleitendes Fluidum der Wärme ertheilen; und da vermöge der Beobachtungen die Erde beſtändig eine größere Wärme beſitze, als die Atmoſphäre, ſo müßten ſich alsdenn die wärmern Dünſte, welche in die kältere Atmoſphäre aufſtiegen, zum Theil zerſetzen, und als liquide Flüſſigkeit an die der Luft ausgeſetzten Körper anlegen.

Die Verſchiedenheit des Anhängens des Thaues an verſchiedene Körper ſcheint Herrn Lampadius vorzüglich darauf zu beruhen, ob die Körper ſchon in einiger Entfernung ein Vermögen beſitzen, die feinen Waſſertheilchen anzuziehen. Einige, wie z. B. die Metalle, ſchienen dieſe ſogar zurückzuſtoßen. Ob nun aber dieſes von der Elektricität, wie Herr Hube behauptet, oder von der allgemeinen Anziehungskraft der Körper herrühre, das getrauet ſich Herr Lampadius nicht zu entſcheiden. Das Weſentlichſte von ſeinen Beobachtungen, die er im Juli des Jahrs 1792 angeſtellt hatte, beſteht im folgenden:

Er hatte mehrere Glastafeln in verſchiedene Stellungen, Richtungen und Höhen über der Erde gebracht, welche alle naß wurden, wenn es thauete, jedoch die horizontalen mehr, als die vertikal geſtellten, und am ſtärkſten auf der untern

*) Verſuche und Beobachtungen über die Elektricität und Wärme der Atmoſphäre. Berlin u. Stettin 1793. 8. S. 64. f.

untern Fläche. Eine Glastafel von 4 Quadratzoll Fläche, auf welche ein Stanniolſtreifen von 2 Quadratzoll Fläche gelegt war, und welche ½ Fuß hoch über der Erde in geſchnittenem Graſe ſich befand, wurde am 10ten Jul. Abends ſo bethauet, daß der Stanniol nebſt einem Raume von 7 bis 9 Linien um denſelben trocken blieb; dieſer Thau verdunſtete aber noch am Abend wieder; am Morgen war alles mit Thau überzogen, doch das Glas ſtärker als der Stanniol. Zu gleicher Zeit hatte er auch eine ganz mit Stanniol belegte Tafel von ½ Quadratfuß Fläche 4 Fuß über der Erde aufgeſtellt, und eine kleine Glasſcheibe darauf gelegt. Auf dieſer Tafel bemerkte er gar keinen Thau, aber die kleine darauf liegende Glasſcheibe nebſt einem kleinen Glasſtäbchen waren ſehr naß. Die nämliche Tafel zeigte am 23ſten Jul. abermahls nicht die geringſte Spur von Feuchtigkeit, ob ſie gleich im abgeſchnittenen Graſe auf der Erde lag, und alle übrige Tafeln ſtark vom Thaue benetzt waren. Die Tafel mit dem Stanniolſtreifen von 2 Quadratzoll war um den Stanniol herum nicht bethauet, ſelbſt auf der entgegengeſetzten Seite des Glaſes war keine Feuchtigkeit zu bemerken, ſo weit das Stück Stanniol auf der andern Seite reichte.

Wenn der Thau fiel, fand **Lampadius** jederzeit einen merklichen Unterſchied zwiſchen der Wärme der Erde und der Atmoſphäre. Am 10ten Jul. Abends nach Sonnenuntergang zeigte die Atmoſphäre 17°, die Erde 19,7°, ſpäterhin 15° und 17°; am Morgen darauf die Atmoſphäre 9°, die Erde 12°. Am 23ſten nach Sonnenuntergang war die Temperatur der Luft 8°, die der Erde 11,5°. Am 11ten Jul. waren bey Sonnenuntergang beyde Temperaturen einander gleich, nämlich 18°; etwas ſpäter um 10 Uhr wichen ſie nur um ½ Grad von einader, aber des Morgens waren ſie wieder gleich, nämlich beyde 13°. Unter dieſen Umſtänden war gar kein Thau gefallen, und das Hygrometer hatte ſich die ganze Nacht hindurch nur um 9° weiter zur Feuchtigkeit

tigkeit genelget, ſtatt daß es die Nacht zuvor eine Bewegung von 55° gemacht hatte.

Herr Lampadius bemerket, die Abneigung, welche das Metall gegen das Anhängen des Waſſers zeige, ſcheine nicht von der Elektricität herzurühren, weil ſonſt beym Verſuche vom 23ſten Jul. die im Graſe liegende Glastafel naß hätte werden müſſen, da ſie die angenommene Elektricität der Erde hätte mittheilen können. Man müſſe alſo die Urſache in den Mangel der Anziehung ſuchen, oder lieber geſtehen, daß man ſie noch gar nicht wiſſe.

Dieſe Beobachtungen des Herrn Lampadius ſcheinen den Satz ſehr zu begünſtigen, daß der Thau durch die Zerſetzung der aus der Erde aufſteigenden wärmern Dünſte in der kältern Atmoſphäre entſtehe, und die Menge deſſelben von dem Unterſchiede der Wärme der Erde und der Atmoſphäre abhänge. Dieſerwegen ſpürt man oft in Städten keinen Thau, wenn es auf dem Lande ſtark thauet. Die Elektricität hingegen ſcheint auf den Thau ſich nur in ſo fern zu beziehen, als er der poſitiven Elektricität der Atmoſphäre zu einem Leiter dienet, womit auch die Verſuche des Herrn de Sauſſüre übereinſtimmen, der nämlich die Luftelektricität während des Thaues ſtärker, als am Tage, fand.

Daß übrigens der Thau eine ſehr wohlthätige Operation der Natur iſt, weiß ſogar jeder Landmann. Denn er dienet, bey lange anhaltender Dürre den Pflanzen zu ihrer Erhaltung, indem er ihnen die nöthige Feuchtigkeit verſchafft.

Sonſt gibt es auch gewiſſe Arten von Thau, welche den Pflanzen ſchädlich ſind, zu welchen beſonders der Mehlthau und Honigthau gehören. Man iſt lange Zeit nicht darüber einig geweſen, woher ein ſolcher Thau entſtehe. Gewöhnlich hält ihn der Landmann, der ihn ſo ſehr fürchtet, als einen wirklich fallenden Thau aus der Luft. Allein genauere Beobachtungen haben gelehret, daß er von ganz andern Urſachen herrühret. So fand Leche *) bey der Unterſuchung des Honigthaues, daß die Blattläuſe durch zwey auf

*) Geſchichte des Honigthaues, in den ſchwed. Abhandl. 1762. S. 89.

auf dem Hinterleibe ſtehende Hörner ein ſüßes Waſſer von ſich geben, das auf den Blättern und Zweigen eintrocknet, und ſonſt von den Bienen, Ameiſen u. ſ. w. verzehret wird. Allein Herr Hube iſt doch mehr geneigt zu glauben, daß dieſer Thau durchs Ausſchwitzen klebrichter Säfte der Pflanzen, beſonders bey dürrem Wetter im Sommer entſtehe. Wenn aber gleich, nachdem ſich dieſer Thau zeige, ſtarke Regen einfielen, ſo verliere er ſich wieder; geſchähe dieß aber nicht, ſo verurſache er oft, beſonders auf Blättern der Bäume, röthliche Flecken, welche man den **Roſt** nenne, auf andern Pflanzen aber, als dem Kohle, Erbſen u. ſ. w. veranlaſſe er unzählig kleine Inſekten, die wie ein weißer Staub die Pflanzen bedeckten, und alsdann nennte man ihn den **Mehlthau**. Dieſer komme alſo keinesweges aus der Luft, wie der wahre Thau, weil man oft, z. B. mitten im Haber, der ganz geſund iſt, eine einzelne Erbſenſtaude ganz mit Mehlthau bedeckt finde. Man müſſe ihn als einen unnatürlichen Schweiß, als eine Krankheit betrachten, zu welcher gewiſſe Gewächſe vielmehr geneigt wären, als andere, und die vorzüglich durch die Dürre veranlaßt zu werden ſchiene.

M. ſ. *Muſſchenbroek* introductio ad philoſophiam naturalem, Tom. II. §. 2344 ſq. Torb. Bergmann phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel a. d. Schwed. von Röhl, B. II. §. 112. Hube vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre, B. II. Brief 27.

Thauwetter, Aufthauen des Eiſes (regelatio, glaciei ſolutio, dégel, fonte de glace). So nennt man denjenigen Zuſtand unſerer Atmoſphäre, bey welchem der Schnee und das Eis durch wieder zunehmende Wärme wieder flüſſig werden, da alſo der Froſt nachläßt. Bey der Periode des Aufthauens zeigen ſich Erſcheinungen, welche hier angeführt zu werden verdienen, und welche beſonders der Herr von Mairan gehörig zuſammengeſtellet hat *).

Mairan

*) Diſſ. ſur la glace. Paris 1738. vermehrt 1749. 8. von Mairans Abhandlung vom Eiſe, a. d. Franz. Leipz. 1752. 8. S. 256 f.

Mairan behauptet folgende allgemeine **Urſachen** Thauwetters; die ſtärkere Einwirkung der Sonnenw bey der Rückkehr der Sonne zu unſerer **Halbkugel**, i alsdann ihre Strahlen nicht mehr ſo ſchief auffallen, durch die Atmoſphäre und Dünſte, einen weit kürzern nehmen; die warmen und feuchten Südwinde, und b ders die ihm eigene Hypotheſe, daß die Grundwärme Erde zu dieſer Zeit häufiger hervorbreche. M. ſ. C tralfeuer.

Die bekannteſten und gewöhnlichſten Folgen, we beym Aufthauen eintreten, ſind das Anſchwellen und A treten der Flüſſe, der Fortgang der Eisſchollen, die b ſchnellen Aufthauen oft große Verheerungen verurſac und die großen Eisberge, welche ſich zuweilen durch die ten Wellen über einander geworfenen Eisſchollen auf Strömen und vorzüglich auf dem Eismeere bilden.

Kurz vor der Periode des Aufthauens, oder wenn Froſt nachlaſſen will, ſcheinet uns die Kälte weit empfi licher zu ſeyn, als ſie vorher war; dieß iſt aber bloß Tä ſchung unſerer Sinne, wie das Thermometer beweiſet, w ches beynahe jederzeit beym Eintreten des Thauwetters ſteig Dieſe für uns ſo ſehr auffallende Kälte hat ihren Gru in der außerordentlichen Menge von Waſſertheilchen un kleinen noch ſehr kalten Eistheilchen, welche in der Atm ſphäre ſchweben, ſich an die äußeren Theile unſers Körper anlegen, und dadurch eine Empfindung von Kälte bewirken welche die Luft vorher nicht verurſachte. So kommt uns ei Nebel, welcher in der That viel wärmer, als die umge bende reine Luft iſt, dennoch viel kälter, als dieſe, vor. Das Thermometer ſteht gewöhnlich nie tiefer, als kurz vor dem Thauwetter; dieß rührt aber daher, weil die Kälte, als Urſache und Wirkung des Froſtes zugleich, faſt immer wächſt, bis das Thauwetter einfällt. Indeſſen iſt es auch gewiß, daß gerade zu der Zeit, da das Eis und der Schnee in einer ganzen Gegend zu thauen anfängt, ſich eine wirkliche Kälte durch die Luft verbreitet. Ohne Zweifel beruhet

der

der Grund hiervon darin, daß zum Schmelzen des Schnees und Eiſes eine ſehr große Menge freyer Wärme *latent* gemacht wird.

Was die Zeit des Aufthauens betrifft, ſo läßt ſich dieſe überhaupt ſchwerlich feſtſetzen. Denn in unſern gemäßigten Himmelsſtrichen iſt die allgemeine und beſtändige Urſache der Abwechſelungen der Jahrszeiten viel zu ſchwach, um Kälte und Thauwetter zu beſtimmten periodiſchen Zeiten oder auf eine beſtändig gleiche Art zu bewirken. So fällt der Froſt und das Thauwetter in Paris manchmahl vor, mehreremahl aber nach dem kürzeſten Tage und von Jahre zu Jahre in ſehr verſchiedenen Zeiten des Winters ein. Es gibt hier Winter ohne zu gefrieren, und Frühjahre, Herbſte, ja ſelbſt Sommer, wo es frieret. Man könnte beynahe daran zweifeln, daß die allgemeine und beſtändige Urſache je einen Froſt bewirke, wenn es nicht mehrere Winter gäbe, in welchen es frieret, als ſolche ohne Froſt, welches eine ſolche Urſache nothwendig vorausſetzet. Indeſſen wird man mit dieſer Urſache allein, beſonders an denjenigen Orten, welche näher gegen den Aequator zu und in einerley Paralſelkreiſe liegen, nicht ausweichen, indem daſelbſt nie ein Froſt einfallen könnte; eben daher würde es auch ſolche Länder, die mehr gegen die Pole zu liegen, geben müſſen, in welchen es beſtändig gefriere. Auf welche Umſtände man hier vorzüglich mit zu ſehen habe, findet man unter dem Artikel, Klima.

Wenn der Froſt eine lange Zeit anhält, ſo werden dadurch feſte Körper, z. B. dicke Mauern, ſo ſehr erkältet, daß in ihnen noch eine ziemlich lange Zeit die Kälte fortdauert, wenn gleich durch das Thauwetter die Atmoſphäre wieder warm geworden iſt, beſonders wenn die feſten Körper nicht unmittelbar der wärmern Luft ausgeſetzet ſind. So iſt die Erſcheinung allgemein bekannt, daß nach ſtarken und anhaltenden Fröſten die Wände in Gebäuden, welche weder ſtark von der Ofenhitze getroffen, noch von der Sonne unmittelbar beſchienen werden können, beym Ausgange des

Eiſes mit einer ſtarken oder ſchwachen Eis- oder Schn
kruſte überzogen werden; denn die Wärme kann die e
mahl erkalteten dicken Wände nicht ſo leicht durchdring
als ſelbige die Luft annimmt; ſie bleiben alſo immer n
ſo kalt, wie Eis, oder noch kälter. Da nun gerade
Zeit des Aufthauens eine außerordentliche Menge von W
ſer- und Eistheilchen die wärmere Luft enthält, welche ſ
an die kältern feſten Körper über einander legen, und
ſelbigen gefrieren, ſo kommt es, daß an den Mauern ei
ſchwammige Eisrinde erſcheinet, welche aus lauter klein
Eistheilchen, die ſich nur in wenigen Punkten berühren, un
daher dem Schnee ähnlich ſind, beſtehen. Nach lang
und ſtarken Fröſten werden ſich daher auch allemahl bey
Thauwetter an den dicken feſten Körpern ſolche ſchwammig
Eiskruſten zeigen. Es iſt ein Irrthum, wenn man glaub
daß ſolche ſchwammige Eisrinden an den Wänden von de
aus ſelbigen kommenden Feuchtigkeit entſtünden; denn au
einer ſolchen Mauer, welche ſo kalt, und wohl noch kälter
als das Eis iſt, kann keine Feuchtigkeit herausgehen, ſon
dern ſie muß vielmehr darin gefroren ſeyn.

Eine ähnliche Erſcheinung zeigt ſich an den metallenen, porzellanenen und irdenen Gefäßen, welche man mit Eis anfüllt, um das Getränke darin abzukühlen; es ſind nämlich dieſe Gefäße ganz mit Waſſertropfen benetzt, welche ihren Flächen ein trübes und mattes Anſehen geben. Die Waſſertropfen entſtehen aus den Dünſten in der äußern Luft, welche ſich aus dem angränzenden Eiſe erheben, und zuweilen in den Eisgruben, wie ein Rauch, ſich zeigen. Sie würden an den Gefäßen frieren, wenn dieß nicht ihre Dicke oder das ſchon geſchmolzene Eiswaſſer hinderte, dieß würde aber wirklich geſchehen, wenn eine künſtliche Kälte veranſtaltet, oder dieſelbe durch friſches Eis verſtärket würde.

Wenn das Aufthauen ſeinen Fortgang hat, ſo ſchmilzt auch die an die feſten Körper angelegte ſchwammige Eiskruſte wieder, und vorzüglich bemerket man das Aufthauen zuerſt an den Rändern, Ecken, Kanten und Spitzen derſelben.

ſelben. Hierbey beginnt nun die Schmelzung an denjenigen Eistheilchen, die zuletzt anfrieren, und diejenigen Theilchen, womit das Gefrieren den Anfang machte, thauen gewöhnlich am ſpäteſten; denn dieſe hatten eben die größte Neigung zum Gefrieren, alſo auch die geringſte zum Aufthauen.

Das Aufthauen des Eiſes und des Schnees findet überhaupt nur alsdann Statt, wenn die wärmern Körper, ſie mögen feſt oder flüſſig ſeyn, dem Eiſe ſo nahe ſind, daß ſie dieſem freye Wärme mittheilen können, und zwar geht der Akt des Schmelzens deſto ſchneller vor ſich, je wärmer die das Eis umringenden Körper ſind, und je mehr freye Wärme ſie demſelben in einerley Zeit mitzutheilen im Stande ſind. Es kömmt alſo hierbey nicht ſowohl auf die größere Dichtigkeit der das Eis berührenden Körper, als vorzüglich auf das Leitungsvermögen der Wärme in denſelben und auf die Menge der Berührungspunkte mit dem Eiſe an. Denn je größer dieſes Vermögen bey einem Körper iſt, deſto geſchwinder ſchmilzt auch das Eis unter ſonſt gleichen Umſtänden. So wird, z. B. das Eis leichter durch Berührung eines Stücks Metall, das über die Temperatur des Eispunktes erwärmet iſt, ſchmelzen, als durch Berührung mit Holze oder Federn, wenn gleich letztere Körper wärmer, als das Metall, wären. Es leitet aber auch das Metall die freye Wärme viel ſtärker, als letztere Subſtanzen. Dieß läßt ſich leicht durch folgenden Verſuch erweiſen: man nimmt ein Paar gleich große Eisſtücke, und legt das eine auf einen metallenen Teller, und das andere auf die flache Hand, das erſtere wird allemahl eher ſchmelzen, wie das letztere. Dieſen Verſuch hat Haguenot 1729 vor der königlichen Societät zu Montpelier angeſtellt, und die Wirkung verſchiedener Metalle mit einander verglichen. Das Eis ſchmolz auf Kupfer eher, als auf andern Metallen, und auf dem Platt- oder Bügeleiſen eher, als auf gewöhnlichen Eiſen, vermuthlich deswegen, weil es auf dem Platteiſen wegen ſeiner Glätte in mehreren Punkten berühret ward.

Der erforderliche Grad der Wärme zum Aufthauen ſo viel man bis jetzt weiß, überall und an allen Orten eir len, un' gibt einen feſten Punkt des Thermometers. M Thermometer. Gleichwohl hat Herr Luz *) bemerl daß bey einfallenden Thauwetter das ſchmelzende Eis um eines reaumuriſchen Grades wärmer, als ſonſt iſt.

M. ſ. *Briſſon* dictionaire raiſonnée de phyſiq art. *Dégel*

Tetrachord ſ. Ton.

Theilbarkeit (diuiſibilitas, diviſibilité) heißt ganz allgemeine Eigenſchaft der Körper, vermöge welch ein jeder in kleinere Theile durch Anwendung irgend ein Kraft zertrennt werden kann.

Die Erfahrung lehret uns ſchon hinreichend, daß e jeder Körper theilbar ſey, und deswegen wird auch ga richtig die Theilbarkeit als eine ganz allgemeine Eigenſcha der Körper betrachtet. Es folgt aber auch die Theilbarke der Körper ſchon aus dem Begriffe des Körperlichen; den es kann nichts Körperliches gedacht werden ohne Ausdeh nung, ohne Raum; Raum iſt aber theilbar, mithin mu auch die in ſelbigem befindliche Materie theilbar ſeyn, ode muß wenigſtens als theilbar gedacht werden können.

Hierbey entſteht nun die wichtige Frage, wie weit di Gränze der Theilbarkeit der Materie ſich erſtrecke? De Raum iſt unendlich theilbar, wie die Geometrie unwider ſprechlich beweiſet; allein daher folget doch noch nicht die unendliche Theilbarkeit der Materie, indem daraus, daß das Körperliche im Raume iſt, noch nicht geſchloſſen werden kann, daß im kleinſten Theile des Raumes auch Materie anzutreffen wäre. Die Erfahrung lehret uns hiervon gar nichts, und die Entſcheidung der Frage beruhet bloß auf der Möglichkeit der Materie, und gehöret daher ganz in die Metaphyſik. Aus der Erfahrung kennen wir bloß, daß die Theilbarkeit der Materie ſehr weit gehe, und unſere Einbildungskraft bey weitem übertreffe. Ein Paar Bey-

*) Anweiſung, Thermometer zu verfertigen. Nürnb. 1781. 8. ſ. 129.

Beyſpiele ſind bereits unter dem Artikel, Ausflüſſe, angeführet worden. Es erfordert die Abſicht hier, hier noch einige beyzubringen, und alsdann die Frage, ob die Materie unendlich theilbar ſey? etwas näher zu beleuchten, indem meiner Einſicht nach die richtige Beurtheilung vieler Phänomene davon abhängt.

Beyſpiele von der außerordentlich feinen Theilung geben die Lichtmaterie, der Wärmeſtoff, die elektriſche und magnetiſche Materie, gewiſſe Ausflüſſe von Blumen u. ſ. w., welche alle auch bey dem dichteſten Zuſammendrängen unmerklich wägbar ſind. Schon Boyle *) hat eine Menge ſehr merkwürdiger Beyſpiele dieſer Art geſammelt. Ferner gibt es auch eine Menge wohlriechender Liquoren, von deren einem einzigen Tropfen durch langſames Verdampfen über dem Feuer einer Lampe, große und weite Säle an allen Stellen mit merklichem Geruche angefüllet werden, ſo daß die Freyheit der Theilung alle Erwartung überſteiget, wenn man eine Vergleichung des Volumens in tropfbarer Geſtalt mit dem körperlichen Raume, durch welchen ſich ſeine Ausflüſſe verbreiten, anſtellet.

Noch andere Beyſpiele der außerordentlich feinen Theilbarkeit geben die Auflöſungen und Niederſchläge. Wenn man 4 Gran Eiſenvitriol in 2 Kannen Regenwaſſer auflöſet, und dazu von der geiſtigen Galläpfeltinktur etwas tröpfelt, ſo wird beym Umrühren die Flüſſigkeit durchaus eine ſchwarze Farbe erhalten. Rechnet man die Kanne zu 36 Unzen, und eine Unze zu 480 Tropfen, ſo erhält man $2 \times 36 \times 480 = 34560$ Tropfen, welche alle ſchwarz gefärbet ſind, und den Eiſenniederſchlag enthalten. Das Eiſen in 4 Gran Eiſenvitriol beträgt kaum 1 Gran. Wenn man nun in jedem Tropfen nur 40 erkennbare Theile annimmt, ſo wäre hierbey ein Gran Eiſen in $40 \times 34560 = 1382400$ erkennbare Theile zerriſſen worden. Ferner ein Gran Kupfer in Salmiakgeiſt aufgelöſet, färbt 392 rheinl. Cubikzoll deſtillirtes oder Regenwaſſer ſchön blau, und leidet hierbey

*) Exerc. de mira ſubtilitate effluuiorum in opp. Geneuae 1680. 4.

nach Muſſchenbroek's Berechnung eine Vertheilung 392500000 erkennbare Theile. Auch die Ausziehung 1 Gran Cochenille mit etwas Lauge von Gewächsalkali fä die vorige Menge deſtillirten Waſſers roth, und erleidet e eben ſo ſtarke Vertheilung [α]).

Von der außerordentlichen Feinheit der Theilbarl dehnbarer Metalle, beſonders des Goldes, ſ. m. den A tikel, Dehnbarkeit.

Ein anderes Beyſpiel der überaus feinen natürlich Theilbarkeit gegen die kleinen Infuſionsthierchen, die m in verſchiedenen Flüſſigkeiten mittelſt des Mikroſkops bec achtet, wie ſelbige Muſſchenbroek in dem auf Pfeff gegoſſenen Waſſer gefunden hatte, wovon eines dem kö perlichen Inhalte nach, zu dem eines Sandkörnchens w 1000000000:1 verhielt. Wenn nun das Thierchen, we ches lebt, ſich nährt, bewegt, und andere thieriſche Ve richtungen äußert, ſchon tauſend Millionen Mahl klein als ein Sandkörnchen war, wie viel größere Bewunderun muß demnach die außerordentliche Feinheit ſeiner Knorpel Sehnen, Bänder, Muſkeln, anderer Bewegungswerk zeuge ſeiner Eingeweide und Blutgefäße, in uns erwecken.

Dieſe angeführten Beyſpiele mögen hinreichend ſeyn um daraus nur einigermaßen einzuſehen, wie außerordentlic weit die Theilung der Materie, ſo wie wir ſie erfahren getrieben werden könne. Mehrere Beyſpiele dieſer Ar findet man in ſehr vielen phyſikaliſchen Schriften, beſonders beym Keill [β]), Wolf [γ]), Nollet [δ]), Muſſchenbroek [ε]), und mehreren andern.

Da alſo ſchon die Erfahrung eine ſo bewundernswürdige Feinheit der Theilung der Materie beſtätiget, die wir doch nur einer ungefähren Berechnung unterwerfen können; ſo

läßt

α) *Muſſchenbroek* introd. ad philoſ. natural. Tom. I. §. 72. n. 4. 5.
β) Introductio ad veram phyſicam. Oxoniae 1700. 8. lect. IV.
γ) Vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur. Halle 1723. 8. S. 3 f.
δ) Leçons de phyſique experiment. leç I.
ε) Introductio ad philoſophiam naturalem, Tom. I. §. 72.

läßt ſich ſchon hieraus gewiſſermaßen der Schluß ziehen, daß die wirkliche Theilung der Materie noch weit höher getrieben werden könne, und daß die Materie vielleicht, ſogar wie der Raum, unendlich theilbar ſey. Die Erfahrung kann aber das letztere ſchlechterdings nicht beweiſen; denn in der wirklichen Welt ſind uns nicht die Theile, aus welchen die Materie zuſammengeſetzet iſt, ſondern es iſt das Zuſammengeſetzte gegeben, welches die Theile in ſich begreift. Es beruht alſo der Grund der Frage, ob die Theilung der Materie bis ins Unendliche gehe? bloß auf der Möglichkeit der Materie, mithin auf die Vorſtellung, welche man ſich vom innern Weſen der Materie macht. Die Atomiſtiker müſſen zuletzt bey abſolut untheilbaren Grundkörperchen ſtehen bleiben, folglich würde die Theilbarkeit der Materie ins Unendliche unmöglich ſeyn. Welchen Schwierigkeiten man ſich aber ausſetzet, wenn man mit den Atomiſtikern Grundkörperchen, abſolut untheilbare Atome, vorausſetzet, iſt bereits unter dem Artikel, **Grundkräfte** gezeiget worden. Auch iſt daſelbſt ſchon umſtändlich angeführet worden, daß nach der dynamiſchen Lehre die Theilbarkeit der Materie ins Unendliche nothwendig folget. Ich füge hierzu nur noch einige Bemerkungen, auf welche es vorzüglich bey der gedenkbaren Möglichkeit der Theilung der Materie ins Unendliche ankommt. Iſt es möglich zu erweiſen, daß in allen Theilen des Raumes Materie, als etwas für ſich Bewegliches anzutreffen iſt, ſo folgt auch nothwendig, daß die Materie eben ſo theilbar wie der Raum ſelbſt, wäre; dieſer iſt aber nach Beweiſen der Geometrie ins Unendliche theilbar, mithin müßte es auch die Materie ſeyn. Nach der dynamiſchen Lehre iſt Materie nur durch anziehende und zurückſtoßende Kräfte möglich. In einem mit Materie erfüllten Raume muß alſo in allen ſeinen Theilen Materie anzutreffen ſeyn; denn wäre nur ein einziger leerer Theil des Raumes vorhanden, ſo wäre der Thätigkeit beyder Kräfte keine Grenzen geſetzt, mithin wäre ein Beſtreben vorhanden, den leeren Theil zu erfüllen, und

er müßte wirklich erfüllt werden, weil kein Widerſtreben nach entgegengeſetzter Richtung denkbar iſt. Alle Theile des Raumes, welcher erfüllt iſt, müſſen alſo Theile der Materie, die ihn erfüllt, d. i. etwas für ſich Bewegliches, mithin vom Ganzen Trennbares enthalten. So weit folglich der Raum getheilet werden kann, ſo weit muß auch die Materie getheilet werden können; der Raum iſt aber unendlich theilbar, mithin auch die Materie. Man hat zwar in den neuern Zeiten den Einwurf gemacht, daß, wenn man Kräfte annehme, auch ſchon Materie vorausgehen müſſe, mithin Materie als exiſtirend vorauszuſetzen ſey, ehe an Kräfte gedacht werden könne. Erſt durch Materie wären Kräfte möglich. Allein dieſer Einwurf fällt ſogleich weg, wenn man ſich die Möglichkeit der Materie als ein Zuſammentreffen der beyden Grundkräfte, der zurückſtoßenden und anziehenden, vorſtellet; denn alsdann iſt Materie erſt durch dieſe Kräfte möglich.

Indeſſen hat der dogmatiſche Metaphyſiker doch noch manche Ausflüchte, um die Theilbarkeit der Materie ins Unendliche zu beſtreiten. Er wird ſagen, Materie iſt etwas Zuſammengeſetztes, das aus Theilen beſtehet, wenn alſo die Materie ins Unendliche theilbar iſt, ſo müſſen auch die Theile das Zuſammengeſetzte d. i. die Materie geben, alſo müſſe die Materie aus einer unendlichen Menge von Theilen beſtehen; welches einen Widerſpruch in ſich ſelbſt enthielte, indem man ſich die unendliche Theilung, welche vermöge des Begriffs niemahls vollendet vorgeſtellet werden kann, doch zugleich als ganz vollendet denken müßte. Allein es läßt ſich hierauf ſehr leicht antworten. Es iſt uns nämlich die Materie als Ganzes oder Zuſammengeſetztes gegeben, nicht aber die Theile, woraus das Ganze zuſammengeſetzt iſt, d. h. die unendliche Theilbarkeit der Materie iſt keine nothwendige Folge, welche das Zuſammengeſetzte, als Object betrachtet, mit ſich führet. Sie iſt bloß in unſerer Vorſtellung wirklich. So weit wir alſo in der Vorſtellung theilen können, ſo weit muß auch die Theilung gehen. Hier

nach iſt nun zwar die Theilung unendlich, weil unſrer Vorſtellung keine Gränzen geſetzet werden können, aber ſie iſt doch niemahls als unendlich gegeben, mithin folgt daraus noch nicht, daß das Theilbare eine unendliche Menge Theile an ſich ſelbſt, und außer unſerer Vorſtellung in ſich enthalte, darum weil ſeine Theilung ins Unendliche ſich erſtrecke. Das Zuſammengeſetzte, welches gegeben iſt, kann alſo auch keine wirklich vollendete Theilung ins Unendliche beweiſen, obgleich in ſelbigem der Grund von der Theilbarkeit ins Unendliche liege.

Es würde mich zu weit führen, wenn ich noch mehrere Gründe von der Theilbarkeit der Materie ins Unendliche aufzählen wollte, zumahl da ich ſchon unter dem Artikel, **Grundkräfte**, etwas ausführlich davon geredet habe. Die flüſſigen Körper geben vorzügliche Beyſpiele der unendlichen Theilbarkeit der Materie ab. Denn dieſe unterſcheiden ſich von den übrigen Körpern beſonders dadurch, daß ſie ihren Raum als ein Continuum erfüllen, welches offenbar die Kugelgeſtalt beweiſet, die ſie für ſich annehmen. So wenig ich alſo ſagen kann, der Raum, welcher doch ins Unendliche theilbar iſt, beſtehe aus einer unendlichen Menge von Theilen, eben ſo wenig kann ich auch ſagen, die Materie, welche den Raum erfüllt, ſey aus einer unendlichen Menge von Theilen zuſammengeſetzet, und gleichwohl iſt der flüſſige Körper als Continuum unendlich theilbar, eben weil es der Raum iſt.

Uebrigens kann es die Natur gar wohl in ihrer Gewalt haben, die Theilung der Materie bis ins Unendliche zu vollenden, ob wir dieß gleich nicht können. Dieß ſcheinen Produkte der Natur zu beweiſen, die wir für einfach halten, und gleichwohl aus mehreren Grundſtoffen zuſammengeſetzet ſeyn können. So nehmen wir z. B. das Gold als einfach an, wer kann dieß aber mit mathematiſcher Gewißheit beweiſen? Denn ſo bald ſich die Grundſtoffe, aus welchen der Körper zuſammengeſetzet iſt, in allen Punkten durch-

durchdrungen haben, ſo muß auch die Theilung derſe ins Unendliche vollendet ſeyn.

Theile der Körper, Theilchen (partes corpori particulae parties des corps, particules). W etwas von dem Zuſammengeſetzten weggenommen wer kann, ſo nennt man dieß, was weggenommen wird, u was übrig bleibt, **Theile des Zuſammengeſetzten.** Sc der Begriff vom Zuſammengeſetzten lehret, ſo wie es au die Erfahrung beſtätiget, daß man von allen möglich Körpern Theile, von dieſen wieder andere u. ſ. f. abſonde könne. Gewöhnlich ſtellt man ſich daher einen jeden Kö per als aus Theilen zuſammengeſetzt vor, welches auch der That richtig iſt, wenn gleich die Theilung derſelben b ins Unendliche gedacht werden kann. M. ſ. **Theilbarkei** Das Geſchäft der Abſonderung der Theile von dem ganze Körper und von einander ſelbſt, wird die **Theilung** (diui ſio, diuiſion) genannt.

Die Theilung der Körper läßt ſich auf eine doppelt Art verrichten, entweder in **gleichartige** oder **ungleichartige Theile.** Jene heißen ſolche, welche dem Ganzen von dem ſie herrühren, ſo wie unter einander ſelbſt, und in der Miſchung gleich, nur in der Größe von jenen verſchieden ſind. Man nennt ſie auch **Grundmaſſen, Theilganze, ganze Theile, Ergänzungstheile** (partes integrantes). Die **ungleichartigen Theile** aber heißen ſolche, die weder dem Ganzen, wovon ſie genommen ſind, noch ſich ſelbſt unter einander in ihrer Miſchung gleich ſind, welche aber in der gehörigen Verbindung das Ganze geben. Man nennt ſie auch **Beſtandtheile, Grundſtoffe** (partes conſtitutiuae). Zinnober z. B. in Pulver zerrieben bleibt immer Zinnober, die kleinen Theilchen ſind lauter gleichartige Theile; hingegen Zinnober in Queckſilber und Schwefel zerleget, gibt ungleichartige Theile. Die Theilung der Körper in gleichartige Theile nennt man die **Zertrennung**, oder im eigentlichſten Verſtande die **Theilung, Zertheilung** (diuiſio); die Thei-

lung

lung der Körper aber in ungleichartige Theile eine Zerſetzung, Zerlegung, Scheidung (analyſis, diſiunctio). Die Zertrennung der Körper, die auch die mechaniſche Theilung heißt, wird durch Anwendung äußerer Kräfte bewirkt, und kann auf gar mancherley Art geſchehen, durchs Zerſchlagen, Zerpochen, Zerſtampfen, Zerquetſchen, Zerreißen, Zerhobeln, Zerreiben, Zerſchneiden, Zerfeilen, Zerſchaben, Abgießen, Abtröpfeln, u. dergl.

Die durch die Zerlegung erhaltenen Beſtandtheile ſind gemeiniglich noch nicht ſo einfach, daß ſie weiter keine ungleichartige Theile hätten. Wenn ſie noch gemiſcht ſind, oder aus noch andern ungleichartigen Theilen beſtehen, ſo nennt man ſie die nächſten Beſtandtheile (partes conſtitutiuae proximae, principia proxima), und ihre weiteren ungleichartigen Theile heißen die entfernteren Beſtandtheile (partes conſtitutiuae remotae, principia remota). So ſind z. B. das Queckſilber und der Schwefel die nächſten Beſtandtheile des Zinnobers, weil jene aus noch andern ungleichartigen Theilen und andern Grundſtoffen zuſammengeſetzet ſind. Die allerletzten, nicht weiter aus ungleichartigen Theilen beſtehende Grundſtoffe der Körper, nennt man Uranfänge, Urſtoffe, Elemente (principia prima, primitiua, elementa). M. ſ. Beſtandtheile, Elemente, Grundſtoffe.

Wenn gleichartige Theile unter einander wieder zu einem Ganzen verbunden werden, ſo heißt dieſe Verbindung eine Zuſammenhäufung oder Zuſammenfügung (aggregatio), das Ganze, welches dadurch entſtehet, hat mit den Theilen einerley Natur und Beſchaffenheit. So werden Bleytheile zuſammengeſchmolzen, Bley geben u. ſ. ſ.

Wenn hingegen ungleichartige Theile zu einem homogenen Ganzen verbunden werden, ſo nennt man dieſe Verbindung eine Miſchung oder Zuſammenſetzung (ſyntheſis, compoſitio, mixtio). Hier iſt das Ganze von ganz anderer Natur und Beſchaffenheit als die Theile, woraus

woraus es zuſammengeſetzet iſt; es entſtehet dadurch ei ganz neues Produkt.

Sollen ſich ungleichartige Theile zu einem homogene Ganzen vereinigen, ſo müſſen ſie nothwendig gegenſeitig i einander wirken, und einander auflöſen. Geſchiehet die nicht, ſondern die Theile kommen nur mit Hülfe einer Feud tigkeit in einen Zuſammenhang, ſo daß ſie noch durch Auge von einander unterſchieden werden können, ſo wi alsdann dieſe Zuſammenſetzung der Theile eine bloße Ve mengung, und der ſo entſtandene Körper, welcher kei durchaus gleichartige Maſſe bildet, wie z. B. der Gran die Breccia, ein **Gemenge** genannt.

Daß es nach dem atomiſtiſchen Syſteme große Schw rigkeiten hat, Elemente oder Grundſtoffe einzuſehen, unter dem Artikel, **Grundkräfte** gezeiget worden.

M. ſ. Gren Handbuch der geſammten Chemie, Th Halle 1794. 8. §. 18 f.

Theilung ſ. **Theile der Körper.**

Thermometer, Thermoſkop, Wärmemaß (th mometrum, thermoſcopium, thermomètre) heißt Werkzeug, wodurch die freye oder fühlbare Wärme der oder anderer Körper beſtimmt wird. Es iſt bekannt, ſolche Wärme alle uns bekannte Körper ausdehnet, daß daher durch größere oder geringere Ausdehnung größere oder geringere Wärme beſtimmt werden kann. lehret aber auch die Erfahrung, daß bey einerley fühlb Wärme verſchiedene Körper ſich verſchiedentlich dehnen, daß beſonders die flüſſigen Materien die Ausdehnung d die Wärme am merklichſten zeigen. Daher gebrau man auch gewöhnlich zu den Thermometern die flüſ Materien, wie Queckſilber, Weingeiſt, Luft und t welche man in eine Glaskugel mit einer engen Röhre ſc ſchließet, daß ihre Oberfläche in der Röhre ſteiget, ſie ſich ausdehnen, und fällt, wenn ſie ſich zuſammenzi Durch den höhern Stand der Flüſſigkeit wird dann größere Wärme derſelben, oder des umgebenden Mittels,

durch den niedrigern Stand derſelben eine geringere angezeigt. Auch gebrauchet man zuweilen feſte Körper, z. B. Metalle, ſtatt der flüſſigen.

Indeſſen ſteht es noch keinesweges in unſerer Gewalt, die Größen der Veränderungen auf verſchiedene Art genau mit einander zu vergleichen, und zu beſtimmen, ob die Wärme zu einer Zeit, zwey, drey Mahl u. ſ. f. ſo groß ſey, als zu der andern. Daher verdienen ſolche Werkzeuge den Nahmen der **Thermometer** (d. i. der Maße der Wärme) gar nicht, ſondern ſie würden vielmehr richtiger **Thermoſkope** oder **Wärmezeiger** heißen. Denn ohne Zweifel hat dieß ſeine Richtigkeit, daß durch ein ſolches Werkzeug angezeiget wird, ob die Wärme größer oder geringer iſt, als zu einer andern Zeit, und überdieß werden genau verfertigte Werkzeuge dieſer Art durch einerley Stand zu jeder Zeit an allen Orten einerley Größe der Wärme anzeigen und darſtellen; welches alles ſchon hinreichend iſt, das Thermometer als eines der wichtigſten phyſiſchen Inſtrumente zu betrachten.

Das Thermometer wird von den meiſten nach Dalancé a) als eine Erfindung des **Cornelius Drebbel**, eines erfinderiſchen Landmannes aus Alkmar in Nord-Holland angeführet, durch welchen es in der erſten Hälfte des ſiebenzehnten Jahrhunderts in Holland und England bekannt ward. Einige haben jedoch dem **Cornelius Drebbel** die Ehre dieſer Erfindung nicht zugeſtehen, ſondern vielmehr den Nachrichten des berüchtigten Engländers **Robert Fludd** zu Folge, das Thermoſkop als ein längſt bekanntes Werkzeug betrachten wollen. Es hat nämlich dieſer Engländer in ſeiner philoſophia Moyſaica (lib. I cap. 2.) ein ſolches Thermoſkop in Kupfer ſtechen laſſen, und dabey zugleich bemerket, er habe den Abriß davon in einer Handſchrift, welche zum wenigſten 500 Jahre alt geweſen, gefunden. **Paſchius** b) führet daher ohne weitere Unterſuchung dieſes Vor-

a) Traité des baromètres, thermomètres et notiomètres. Amſt. 1688. 8.
b) Tractat. de nouis inuentis. Lipſ. 1700. 4. p. 625.

Vorgeben als eine gewiſſe Wahrheit an, und ſchließt mi den Worten: ergo ſic huic quoque inuento ſuae con ſtat antiquitas. Nach dieſer Anführung müßte aber di Erfindung in die allerdunkelſten Zeiten gefallen ſeyn, i welchen weder die Phyſik noch die Mechanik bearbeite wurde. Es iſt daher wohl mehr als wahrſcheinlich, da der ſchwärmeriſche Engländer **Fludd**, welcher gerade dazu mahl in Oxford lebte, da **Cornelius Drebbel** beym Kö nige von England gegenwärtig war, und Nachricht von der Thermometer erhielt, aus Neid oder ſonſtiger Urſache wegen die angeführte Handſchrift erdichtete.

Der berühmte Arzt **Sanctorius** *) zu Padua führ an, daß er ein Werkzeug erfunden habe, das zur Erfo ſchung der verſchiedenen Temperatur des Körpers der Kra ken diene. Daher haben **Poleni** [β]), **Malpighi** [γ] und **Borelli** [δ]) ohne Anſtand dieſem Arzte die Erfindu des Thermometers zugeſchrieben. Auch kann man ſonſt d beyden erſten Florentinern keine Partheilichkeit, ſelbſt nic für die Gelehrten der paduaniſchen Schule Schuld gebe und **Muſſchenbroek** [ε]) bemerket, es ſey das Inſtrume des **Sanctorius** den Auswärtigen nicht bekannt geweſe daher könne man von dieſer Quelle die frühe Verbreitu dieſes Thermometers von England und Holland nicht ablei

Ferner wird noch die Erfindung des Thermometers v **Viviani** dem **Galilei** und vom **P. Fulgenzio** dem groß venetianiſchen Theologen **Paul Sarpi** (insgemein **Fr Paolo** genannt) zugeſchrieben; jedoch iſt dieß erſt n ihrem Tode geſchehen, und es läßt ſich ſehr wahrſcheinl vermuthen, daß daran bloß die eitele Ehrbegierde Sch iſt, den erwähnten Italiänern alle mögliche merkwürd Entdeckungen ihrer Zeit beyzulegen.

*) Commentar. in Galenum art. medic. ingleich. commentar. Auicen. Tom. I.
β) Inſtitut. philoſoph. experiment.
γ) Opp. poſthuma, p. 30.
δ) De motu animalium, Lib. II. prop. 175.
ε) Introduct. ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 1565.

Aus dieſer Anführung erhellet, daß die eigentliche Erfindung des Thermometers ungewiß iſt. Daher bemerket auch Sturm in ſeinem collegio curioſo, es ſey wohl ſchwerlich zu erwarten, den eigentlichen Erfinder des Thermometers zu entdecken.

Das Drebbelſche Thermometer gab, wie Dalencé es beſchreibet, die Wärme durch Ausdehnung der Luft an, und war daher ein ſo genanntes Luftthermometer. In dem Gefäße (fig. 2.) ab befindet ſich gemeines Waſſer mit Scheidewaſſer vermiſcht, damit es nicht ſogleich gefriere. Die leere gläſerne Kugel e mit der daran befindlichen Röhre wird erwärmt, damit ein Theil Luft heraustrete; hiernächſt wird die Oeffnung der engen Röhre in das Gefäß ab hineingeſteckt. So bald nun die Kugel erkaltet, zieht ſich die Luft in ihr wieder zuſammen, und der Liquor tritt durch c in die enge Röhre hinauf. Geſetzt alſo, der Liquor ſey bey einer gemäßigten Temperatur etwa bis d hinaufgeſtiegen, ſo wird er bey größerer Wärme unter d herabſinken, und bey größerer Kälte über d hinaufſteigen.

Des Sanctorius Thermometer hatte dieſelbe Einrichtung, wie das Drebbelſche, nur daß es (fig. 3.) bey a umgebogen, und ſtatt des Gefäßes eine gläſerne Kugel cb angeſchmolzen war, in welcher die Flüſſigkeit ungefähr zur Hälfte ſich befand.

Beyde Thermometer konnten nun in der beſchriebenen Geſtalt an eine Tafel befeſtiget werden, an der längs der Röhre eine Skale in beliebige Theile als Thermometergrade getheilt angebracht wäre.

Es iſt ſehr leicht zu begreifen, daß dieſe erſte Einrichtung noch ſehr unvollkommen war. Denn der Druck der äußern Luft, auf die Oberfläche der im Gefäße befindlichen Flüſſigkeit, kann bey einerley Wärme bald wärmer bald ſchwächer ſeyn, und daher wird ſelbige bey einerley Wärme bald niedriger bald höher ſtehen. Indeſſen kann man doch dieß Thermometer wegen ſeiner großen Empfindlichkeit zu gewiſſen Beobachtungen gebrauchen, welche eben keine große

Genauigkeit verlangen, und ſo kurze Zeit dauern, daß man annehmen kann, der Druck der äußern Luft verändere ſich während derſelben nicht merklich.

Das Drebbelſche Thermometer hat Becher α) als ein perpetuum mobile phyſico-mechanicum benutzt. Läßt man nämlich (fig. 3.) die Kugel c b weg, und endiget die Röhre bloß in einen kurzen bey c offenen Schenkel, ſo kann man über der Oeffnung c eine Rolle befeſtigen, über welche ein Faden gehet, an deren beyden Enden gleiche Gewichte ſich befinden. Wenn alsdann das eine von dieſen beyden Gewichten auf die Oberfläche des Liquors in der Röhre hängt, ſo wird es durch die beſtändige Aenderung der Wärme faſt immer in Bewegung ſeyn. Becher füllte das Thermometer mit Queckſilber, und verband den Faden mit der Pendellinſe einer Uhr.

Sonſt hatte Becher ſchon im Jahre 1656 Kaiſers Ferdinand III. Bild auf Glas gemahlt, vor welchem durch die Kunſt gemachte Wolken waren; das Bild zeigte ſich bey Sonnenſchein, verbarg ſich aber hinter den Wolken beym Sturme. Herr Käſtner bemerket, dieſes Kunſtſtück werde durch die Wirkung des Sonnenſcheins auf das Drebbelſche Thermometer begreiflich. Eine ähnliche Vorrichtung, jedoch mit dem Barometer, war Otto von Guerikens Wettermännchen. M. ſ. Anemoſkop. Unter andern Kunſtſtücken zeigte ein gewiſſer Cox dergleichen im Jahre 1774 in London, wovon Herr Lichtenberg β) Nachricht gibt, wobey eben Herr Käſtner die frühere Darſtellung dieſes Kunſtſtückes anführet γ).

In der Mitte des ſiebenzehnten Jahrhunderts verfertigten die Mitglieder der Akademie zu Florenz Thermometer, welche ſchon mehr Vollkommenheit als die Drebbelſchen

α) De noua temporis dimetiendi ratione et accurata horologiorum conſtructione ad ſociet. Reg. Anglic. Lond. 1680. 4.

β) Göttingiſche gelehrte Anzeigen. 1775. 97. St.

γ) Käſtner Anfangsgründe der angewandten Mathematik, 4te Aufl. 1792. 8. Aerometrie, §. 85. II.

ſchen beſaßen *). Man füllte die gläſerne Röhre (fig. 4.) a b, die ſich unten in eine kleine Kugel d c endiget, mit gefärbtem Weingeiſt ungefähr bis zum vierten Theile der Röhre an; hiernächſt erwärmte man die Kugel im heißen Waſſer ſo lange, bis der Weingeiſt in der Röhre ganz in die Höhe ſtieg, und ſigillirte ſodann das Ende derſelben hermetiſch. Auf ſolche Art ſteigt die Oberfläche des Weingeiſtes e bey zunehmender Wärme höher, und ſinkt dagegen in der Kälte herab. Die Stelle, wo e in einer gemäßigten Wärme, z. B. in einem tiefen Keller, ſtand, bezeichnete man mit Null, und theilte über und unter dieſer Stelle willkürliche Theile, gemeiniglich 100, ab, wovon jene die Grade der Wärme, und dieſe die Grade der Kälte genannt wurden. Ob nun gleich ein ſolches florentiniſches Thermometer die Veränderung der Wärme richtig zeigte, ſo bemerkte man gar bald, daß bey mehreren dergleichen Thermometern der Weingeiſt bey einerley Wärme nicht einerley Grade zeigte; es waren dieß alſo nach der Sprache der neueren Phyſiker keine **übereinſtimmende** oder **vergleichbare Thermometer** (correſpondentia, concordantia). Wenn z. B. jemand ſagte, ſein Thermometer zeige den 12 Grad Wärme, ſo war dieß eigentlich gar nichts geſagt; denn es konnte niemand wiſſen, welche Sprache ſein Werkzeug führe, und ob nicht ein anderes bey der nämlichen Wärme einen ganz andern Wärmegrad angab.

Gegen das Ende des ſiebenzehnten Jahrhunders ſchlug der Prof. zu Padua, **Renaldini** [β]) zuerſt vor, dem florentiniſchen Thermometer beſtimmte Grade zu geben. Sein Vorſchlag ging dahin: man ſolle an der Röhre die Stelle bemerken, wo der Weingeiſt ſtehe, wenn das Thermometer mit Eis umgeben ſey; hiernächſt aber daſſelbe in eine Miſchung von 11 Theilen kalten Waſſers (aquae gelidae) und einem Theile ſiedenden Waſſers bringen, und den Stand

α) Tentamina acad. del Cimento ed. *Muſſchenbroekii*, P. I. p. 2 ſq.
β) Philoſophia naturalis Patav. 1694. fol. Tom. III. p. 776. ingl. acta erud. Lipſ. ſupplement. Tom. II. ſec. 10. p. 453.

des Weingeiſtes abermahl bemerken, hierauf dieß nämli mit 10, 9, 8 Theilen kalten, und 2, 3, 4 Theilen ſiedend Waſſers wiederholen, oder auch den Abſtand zwiſchen b den feſten Punkten meſſen, und demſelben längs der Röl oberwärts noch 11 gleiche Theile, die dem Abſtande gle ſind, zuſetzen; ſo habe man dadurch die Wärme des ſied den Waſſers in 12 gleiche Theile getheilet, und wenn einem Orte der Weingeiſt auf der zweyten, am andern der dritten Abtheilung ſtehe, ſo würden ſich die Grö der Wärme an beyden Orten wie 2 zu 3 verhalten. T ſem Vorſchlage gemäß wird alſo die Vorausſetzung an nommen, daß das Thermometer abſolute Wärme ang als ob das kalte Waſſer gar keine Wärme mehr enthi überdem dehnt ſich der Weingeiſt keinesweges um gle Räume aus, wenn die Wärme um gleichen Unterſchied nimmt. Bey allen dieſen Fehlern findet ſich aber ſchon in des Renaldini Verfahren der erſte Geda den Eis- und Siedpunkt zu bemerken, und ihrem Abſt eine beſtimmte Zahl von Theilen zu geben. Für die mah::ge Zeit war dieß in der That viel. Eben dieſer danke iſt es auch, welchen die nachherigen Phyſiker Verfertigung der Thermometer benutzet haben, und ſie bloß dadurch eine größere Vollkommenheit gaben, ſie dieſe Punkte genauer beſtimmten.

Newton *) verfertigte ſich ein Thermometer von Öhl, weil dieß weit mehr Hitze verträgt als der Wein ohne zu kochen, und beſtimmte daraus einige beſtä Grade der Wärme, die er in eine Tabelle brachte. bey legte er die Punkte zum Grunde, an welchen das Öhl im ſchmelzenden Schnee und bey der Wärme des m lichen Blutes ſtand. Den Abſtand zwiſchen beyden ten theilte er in 12 gleiche Theile, und fand alsdan Wärme des ſiedenden Waſſers 34, die des geſchmo Zinnes, das zähe zu werden anfängt, 72 Grad u. ſ. ches er aber irrig für abſolute Größen der Wärme hä

*) Philoſoph. tranſact. 1701. n. 270.

Um eben dieſe Zeit verfertigte Amontons *) ſein Luftthermometer. Es beſtand dieſes aus einer gläſernen engen Röhre (fig. 5.) a b c, unten bey c in die Höhe gekrümmt, und an ſelbiger eine Kugel d e geſchmolzen. Die Kugel enthielt Luft; in der Röhre a b c aber fand ſich ſo viel Queckſilber, daß, wenn das Thermometer im ſiedenden Waſſer ſtand, die Höhe der Queckſilberſäule über der untern Queckſilberfläche b d, mit der Barometerhöhe zuſammengenommen, 73 pariſ. Zoll betrug. War z. B. die Barometerhöhe 28 Zoll, ſo mußte die Höhe b f 45 Zoll betragen. Alsdann ſetzte Amontons bey f 73 Zoll, und trug längs der Röhre pariſer Zolle und Linien herab, welche, wie die Figur zeiget, rückwärts gezählet wurden, ſo daß bey b 28 Zoll geſtanden hätte, wenn die Röhre ſo weit zu bezeichnen nöthig geweſen wäre. Verminderte ſich nun durch Erkältung die Elaſticität der Luft in der Kugel e d, ſo ſank die Queckſilberſäule herab, und ihr Stand gab eine gewiſſe Anzahl von Zollen an, von welcher man jedesmahl ſo viel abzog, als die Barometerhöhe über 28 Zoll war, oder ſo viel hinzuſetzte, als ſie unter 28 Zoll betrug, um dasjenige abzurechnen, was allein von dem veränderten Drucke der Luft, und nicht von der Wärme, abhing. So fand er die Wärme des frierenden Waſſers $51\frac{1}{2}$ Zoll, die in den Kellern der pariſer Sternwarte 54 Zoll u. ſ. w.

Dieſes Thermometer, ſo ſinnreich auch ſeine Erfindung iſt, hat doch als Wärmemaß ſehr große Mängel. Wegen ſeiner ungeheuren Länge, die auf 4 Fuß betragen muß, läßt es ſich ſchwerlich ganz in ſiedendes Waſſer bringen, und nicht ohne Gefahr des Herausgehens der Luft, von einem Orte zum andern tragen. Amontons ſelbſt betrachtete es bloß als ein Normalthermometer, nach welchem man dem florentiniſchen Thermometer beſtimmte Eintheilungen geben könnte. Aber auch hier wäre noch die Frage, ob das Verhältniß der Aenderungen des Raumes durch die Wärme dem Verhältniſſe der Veränderungen des Drucks,

 welchen

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1702. p. 1 ſq.

welchen eine beſtimmte Luftmaſſe tragen kann, gleich ſe
Aber auch die Wärme hat einen ſtarken Einfluß auf d
Queckſilberſäule, ſie dehnet dieſe aus, und ändert dadur
den Stand des Queckſilbers bey d, wodurch der Anfang d
Skale veränderlich gemacht wird; ſelbſt das Luftvolum
bleibt nicht ganz ungeändert, und die Elaſticität der L
wird ſogar bey zunehmendem Drucke bey einerley Wärm
größer. Endlich werden ſolche Thermometer verſchied
ſeyn, je nachdem bey Verfertigung derſelben, die in
Kugel e d eingeſperrte Luft feuchter oder trockener, und üb
haupt von ganz anderer Beſchaffenheit geweſen wäre.
Abmeſſung der Dichtigkeiten eingeſchloſſener Luft kann die
Werkzeug ſehr gut gebraucht werden. M. ſ. Manomet

Uebrigens ſetzet Amontons auf die von ihm gema
Entdeckung, daß die Wärme des ſiedenden Waſſers
feſter Punkt oder eben dieſelbe ſey, einen großen We
Allein Renaldini Vorſchläge und Newton's Anga
lehren, daß man dieß ſchon vor ihm gewußt habe; ja H
gens und Papin hatten ſogar ſchon bemerket, daß
ſer Punkt gar ſehr veränderlich ſey, wenn der Druck
Luft ganz wegfällt, oder ſehr ſtark wird. M. ſ. Sie
(Th IV. S. 624).

Die erſten genau übereinſtimmenden Thermometer
den von dem hierdurch ſo berühmt gewordenen Künſtler
Danzig, Daniel Gabriel Fahrenheit zu Stande
bracht, welcher ſich durch Verfertigung der Thermom
nährte, und ſich nachher in Holland niederließ. Im J
1714 ſchenkte er Wolfen zwey kleine Weingeiſtthermom
von etwa 7 Zoll Länge, welche vollkommen mit eina
übereinſtimmten *). Wolf wunderte ſich hierüber gar
und glaubte, daß der Grund davon in einer beſondern
ſchaffenheit des Weingeiſtes liege. Etwa zehn Jahre
auf wurde das Verfahren von Fahrenheit ſelbſt beſchriebe

C

*) Relatio de nouo thermometrorum concordantium genere,
erud. Lipſ. 1714. Aug. p. 380 ſq. ingl. Wolf nützliche Ve
Th. II. Cap. V. §. 71.

†) Philoſoph. Transact. 1724. n. 382. p. 78.

Seine gewöhnlichen Thermometer hatten folgende Einrichtung: er brachte die Kugel des Thermometers in eine Miſchung von Waſſer, Eis, und Salmiak oder Kochſalz, und bezeichnete die Stelle, wo der Liquor ſtehen blieb, mit Null, indem er dieſen Punkt für die Grenze der größten Kälte annahm. In welchem Verhältniſſe er die Miſchung von Eis und Salz gemacht habe, führet er nicht an; es ſcheinet vielmehr, als habe er ſich hierüber an keine feſte Beſtimmung gebunden. Von dieſem feſten Punkte erſtreckt er ſeine gewöhnlichen Thermometer bis zur natürlichen Wärme des Blutes im menſchlichen Körper, und theilet den Abſtand zwiſchen dieſen beyden feſten Punkten in 96 Theile ein. Von dieſer Art waren Wolfs Thermometer; und Fahrenheit ſagt ſelbſt in den Transactionen, ſein 48ſter Grad halte zwiſchen der künſtlichen Kälte und der Wärme des menſchlichen Körpers die Mitte. Indeſſen betrachtete er auch den natürlichen Eispunkt als einen feſten Punkt unter dem Nahmen des Anfangs der Gefrierung, und beſtimmte ihn ganz richtig in einer Miſchung von Waſſer und Eis, oder im ſchmelzenden Eiſe.

Der Siedpunkt des Waſſers war ihm aus Amontons Abhandlung [a]) als feſter Punkt bekannt geworden, über welchen er auch ſelbſt Verſuche anſtellte, die er ſchon vorher in den Transactionen [b]) erzählet. Er ſagt, er habe einen Verſuch gemacht, ein Amontons'ſches Luftthermometer zu verfertigen, ſey aber durch Schwierigkeiten und Mangel an Zeit abgehalten worden. Es ſey ihm aber eingefallen, was Amontons vom Barometer ſchreibe, daß die Höhe der Queckſilberſäule durch den Einfluß der Wärme merklich geändert werde. Dieß habe ihn auf den Gedanken geleitet, daß man vielleicht Queckſilberthermometer verfertigen könne. Er habe auch wirklich ein ſolches Thermometer (wiewohl noch unvollkommen) zu Stande gebracht, und mit großen Vergnügen folgende feſten Punkte der Siedhitze gefunden.

 Liquo-

a) Mémoir. de l'Acad. royale des ſcienc. 1703.
b) Philoſoph. Transact. n. 381. p. 1 ſq.

Liquoren	ſpecif. Gewicht bey 48° Wärme			Sied
Alkohol	— 8260	—	—	176
Regenwaſſer	— 10000	—	—	212
Salpetergeiſt	— 12935	—	—	242
Pottaſchenlauge	— 15634	—	—	240
Vitriolöhl	— 18875	—	—	546

Fahrenheit führet zugleich in ſeiner Abhandlung (loſoph. Transact. n. 382.) an, er habe Amont Aufſatz vor ungefähr 10 Jahren geleſen. Hieraus ſch alſo zu erhellen, daß Fahrenheit in dem Jahre 1714 1715 auf den glücklichen Gedanken kam, die Weingeiſt mometer mit dem Queckſilberthermometern zu vertauſche

Indeſſen rechnet Fahrenheit den Siedpunkt des W ſers nicht mit zu den feſten Punkten, welche er zur Beſ mung ſeiner Skale gebrauchet, weil ſeine gewöhnlichen T mometer nur bis auf den 96ſten Grad gingen. Bloſ den größern Thermometern, welche er zu Beobacht der Hitze ſiedender Liquoren beſtimmte, ließ er die S bis 600 Grad fortgehen, bey welchem Punkte, wie er ſ das Queckſilber ſelbſt, womit dieſe Thermometer gef waren, zu kochen anfing.

Die noch jetzt gewöhnlichen Fahrenheitſchen Therm meter ſind alſo Queckſilberthermometer. Die feſten Pun ſind, wie geſagt, der künſtliche Froſtpunkt, der mit N bezeichnet iſt, und der Siedpunkt des Waſſers. Der A ſtand beyder Punkte iſt in 212 gleiche Theile, als Therm metergrade getheilet. Der Grund dieſer Eintheilung rüh daher, weil er durch die Erfahrung wahrgenommen hat daß, wenn man ſich das Queckſilber bey dem künſtlich Gefrierpunkte in 11124 gleiche Theile getheilet vorſtellet, ſich bis zum Siedpunkte um 212 ſolcher Theile ausdehn und daher zuſammen 11336 ausmache. Der 32ſte Grad i der Gefrierpunkt des Waſſers, bey welchen das Eis z thauen anfängt.

Ur

Um eben dieſe Zeit, da die Fahrenheitſchen Thermometer bekannter wurden, gab der Herr von Reaumür [α]) in Frankreich eine neue Einrichtung des Weingeiſtthermometers an. Er verdünnte Weingeiſt mit Waſſer, um etwas mehr Hitze, ohne zu kochen, annehmen zu können. Hierauf beſtimmte er den Punkt, wo das Flüſſige in der Röhre ſtehen blieb, wenn er die Kugel im ballenden Schnee, oder thauenden Eiſe ſetzte, und fand, daß dieſer Grad der Kälte immer einerley war. Dieſen Punkt bezeichnete Reaumür mit der Null unter dem Nahmen des Gefrier- oder Aufthauungspunktes (punctum congelationis ſ. regelationis, terme de la glace ou de congelation naturelle). Den Raum, welchen das Flüſſige im ſchmelzenden Eiſe einnahm, theilte er in 1000 Theile, und richtete ſeine Skale ſo ein, daß jeder Grad den tauſendſten Theil dieſes Raumes, ſowohl unterhalb als oberhalb des Gefrierpunktes anzeigte. Durch öfters angeſtellte Verſuche fand er, daß ſich der Weingeiſt von dem Gefrierpunkte, bis zur Höhe des kochenden Waſſers um $\frac{80}{1000}$ Theile dieſes Raumes ausdehne. Aus dieſem Grunde theilte er die Höhe vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte in 80 gleiche Theile.

Dieſes Reaumüriſche Thermometer wurde mit ungemeinem Beyfall aufgenommen. Nollet [β]) beſonders legt demſelben das größte Lob bey, und es bleibt auch wegen der wichtigen Beobachtungen, welche man damit angeſtellet hat, beſtändig merkwürdig. Weil bey dieſem Thermometer die Maße zum Füllen nicht ſo gar klein ſeyn dürfen, ſo muß es eine beträchtliche Größe beſitzen, die es zum Gebrauche etwas unbequem macht; dieſem Mangel könnte man jedoch ſehr leicht dadurch abhelfen, daß man kleinere Thermometer ohne Gebrauch der Maße nach einem richtigen großen graduirte. Allein Martine [γ]),

[α]) Règles pour conſtruire des thermomètres, dont les dégrès ſont comparables in den mémoir. de l'Acad. royale des ſcienc. de Paris 1730. p. 452 ſq. 1731. p. 250.

[β]) Leçons de phyſique experiment. ed. Paris 1753. Tom. IV. p. 397.

[γ]) Eſſay medical and philoſophical. Lond. 1740. 8. p. 200 ſq.

Deſaguliers [α]), Muſſchenbroek [β]), Haubold [γ]) un vorzüglich de Lüc [δ]), haben weit größere Fehler an dieſe Thermometer entdecket, welche es, ſo wie die Weingeiſ thermometer überhaupt, zu genauen Beſtimmungen un tauglich, oder doch wenigſtens ſehr unbequem machen.

Es iſt eine ausgemachte Wahrheit, daß der Weingei ohne gewiſſe andere Vorrichtungen nie die Hitze des ſieden den Waſſers ſelbſt annimmt; und nach de Maupertui Erfahrungen gefrieret der verdünnte Weingeiſt ſchon be natürlichen Graden der Kälte; auch iſt er nicht immer vo gleicher Güte zu erhalten, und mit der Zeit ändert er nac Halley [ε]), Muſſchenbroek und Haubolds eigene Erfahrung ſeine Ausdehnbarkeit durch die Verdunſtung Ueberdem iſt der Gang ſeiner Ausdehnung mit dem gleichförmigen Wachſen oder Abnehmen der Wärme ſehr ungleichförmig; in der Wärme eilet ſie der Ausdehnung des Queckſilbers vor, und in der Kälte bleibet ſie zurück. Auch tadelt Martine, daß die Kugeln der Reaumüriſchen Thermometer allzu groß ausfallen; daher die ſo große Quantität des Weingeiſtes die äußere Wärme nicht geſchwind und gleichförmig genug annehme.

Es war alſo unmöglich zwiſchen dem Reaumüriſchen und Fahrenheitſchen Thermometer eine Uebereinſtimmung zu erhalten, und Reaumür ſelbſt ſagt [ζ]), um übereinſtimmende Werkzeuge beyder Art zu erhalten, müſſe man das Queckſilberthermometer nach dem ſeinigen graduiren.

Nach

α) Courſe of experimental philoſoph. Lond. 1744. Vol. II. p. 292.

β) Eſſai de phyſique. Leide 1751. Tom I. p. 457. u. introduct. ad philoſoph. natur. Tom. II. §. 1573.

γ) Diſſ. de thermometro Reaumuriano. Lipſ. 1771. 4.

δ) Unterſuchungen über die Atmoſphäre, Th. I. S. 554 u. f.

ε) Philoſoph. Transact. n. 197. p. 650.

ζ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1739.

Nach Nollet wären 10 Reaumür Grade $20\frac{2}{3}$ Fahrenheitſchen gleich; allein dieß trifft nur in der Nähe des Gefrierpunktes zu.

Was aber noch die meiſte Verwirrung machte, war dieß, daß man ſich verſtattete, Queckſilberthermometer, der Eispunkt und Siedpunkt des Waſſers beſtimmt waren, mit dem Nahmen der Reaumüriſchen Thermometer zu belegen, und den Abſtand zwiſchen jenen beyden Punkten ebenfalls in 80 gleiche Theile zu theilen, als wenn ſie mit dem eigentlichen Reaumüriſchen Weingeiſtthermometern völlig übereinſtimmend wären. Obgleich die Queckſilberthermometer unverkennbare Vorzüge vor den Weingeiſtthermometern haben, ſo ſind es doch keine Reaumüriſchen Thermometer. In Frankreich wollte man aber einmahl Fahrenheits Eintheilung nicht annehmen, ſondern vielmehr die von Reaumür beybehalten, und den ſo verfertigten Queckſilberthermometern den Nahmen der Reaumüriſchen beyzulegen, welches letztere auch in andern Ländern allgemein angenommen iſt. Hieraus entſtehet nun aber die Zweydeutigkeit, daß man nicht weiß, welches Thermometer bey angeführten Beobachtungen zu verſtehen ſey, wenn nicht ausdrücklich dabey erwähnet iſt, ob das Weingeiſt- oder Queckſilberthermometer gebrauchet iſt. Die Grade von beyden weichen aber, beſonders bey großer Hitze und Kälte gar ſehr von einander ab. Zwey ſolche Reaumüriſche Thermometer hatte Maupertuis mit nach Lappland genommen. Am 3ten Decemb. 1736 ſtand der Weingeiſt auf 18, das Queckſilber auf 22 Grade unter Null; am 2ten Januar 1737 jener auf 25, dieſes auf 29; am 6ten Januar ſtand der Weingeiſt bey 29, das Queckſilber bey 37, am Morgen darauf war jener gefroren, und hatte ſich dabey bis zum Punkte der Temperatur in den Kellern der pariſer Sternwarte ausgedehnet. Noch weit beträchtlicher iſt die Abweichung um den Siedpunkt. Auf Beſtellen verſendeten zwar die Herrn von Reaumür und Nollet Thermometer von beyderley Art,

welche

welche ziemlich genau mit einander übereinzuſtimmen
nen. Ein Paar ſolche erhielt Haubold in Dre
welche dieſer ſowohl bey den gewöhnlichen Temperat
als auch beym Eis- und Siedpunkte zuſammentreffend
Bey genauerer Unterſuchung aber entdeckte er, daß
dem Queckſilberthermometer die erſten 40 Grade über
Null im Verhältniſſe 8:9 kleiner gezeichnet waren, als
40 obern, und die unter Null, ſo daß neben der Null z
ganz ungleiche Grade unmittelbar neben einander ſtan
Auch ſtieg der Weingeiſt im Waſſer, welches nach und n
erwärmet ward, ſchneller, als das Queckſilber; in
Kälte hingegen blieb er zurück. Solche verheimlichte Ku
griffe, offenbare Fehler an neu entdeckten Inſtrumen
zu verbergen, um der eitelen Ehrbegierde zu frohnen, ha
Nollet noch mehrere. Unter andern hatte der Herr v
Bergen *) von Nollet in Paris ein Thermometer erh
ten, welches im kochenden Waſſer allemahl bis zum 85ſ
Grade der Skale (von 80 Graden) ſtieg. Dieſen Verſu
wiederholte er einige Mahl bey der Barometerhöhe 29 Z
0,5 Linien, und fand beſtändig denſelben Erfolg. Hier w
alſo gefliſſentlich der Siedpunkt um 5 Grade unter ſein
wahren Stelle herabgerückt worden.

Um von beyden Arten der Reaumüriſchen Thermomete
vergleichbare Grade zu erhalten, hat auch Gaubert ꝭ)
den Vorſchlag gethan, den Abſtand zwiſchen dem Eis- un
Siedpunkte zuerſt in 90 Theile, dann aber drey Stücke
deſſelben von 0 bis $25\frac{1}{2}$; von $25\frac{1}{2}$ bis $54\frac{3}{4}$; und von $54\frac{3}{4}$ bis
90; jedes für ſich in 30 gleiche Theile zu theilen. Endlich
aber hat Herr de Lüc durch mühſame Unterſuchungen zwi-
ſchen dem wahren Reaumüriſchen Weingeiſtthermometer
und dem Queckſilberthermometer von 80 Graden eine ge-
naue Vergleichung angegeben, wovon einiges hier folget:

Queck-

*) Diſſ. de thermometris menſurae conſtantis, p. 25.

ꝭ) Recherches ſur les differences, qui exiſtent entre les thermomè-
tres de Mercure et ceux d'eſprit de vin. Paris 1789. 8.

	Queckſilbertℏ.		Weingeiſttℏ.	
Siedpunkt des Waſſers	80	Grad	100,4	Grad
	70	—	85,2	—
Siedpunkt des Reaum. Weingeiſttherm.	65,6	—	80	—
	60	—	70,8	—
	50	—	56,8	—
	40	—	44,2	—
	30	—	32,6	—
Wärme des menſchl. Blutes	29,9	—	32,5	—
	20	—	21,1	—
	10	—	10,6	—
Temperat. d. Keller d. Sternw.	9,6	—	10,25	—
Zergehendes Eis	0	—	0,8	—
Null des R. Weingeiſttherm.	0,8	—	0	—
	10	—	8,5	—
	15	—	13,1	—
Zwey Theile zergehendes Eis und ein Theil Salz	17	—	15	—

Hieraus erkennet man zur Genüge, wie nothwendig es ſey, beyderley Thermometer genau von einander zu unterſcheiden. Man findet ältere Beobachtungen angeführet, bey welchen auf dieſen Unterſchied gar nicht Rückſicht genommen worden, daher ſie auch beſtändig unerklärbar bleiben.

Um eine noch größere Uebereinſtimmung beyder Thermometer zu erhalten, haben einige dem Queckſilberthermometer 90 Grade ſtatt 80 gegeben, wodurch ſich jede Zahl in der erſten Columne der angeführten Tabelle um $\frac{1}{8}$ vergrößert, und auf ſolche Art der zugehörigen in der zweyten Columne näher kommt. Auch hat dieß ſelbſt Nollet gethan, und die Urſache, die ihn hierzu bewog, war auch der Grund, warum er die erſten 40 Grade auf dem von Haubold unterſuchten Queckſilberthermometer um $\frac{1}{9}$ verkleinert hatte. Daher iſt es denn auch gekommen, daß man eine Reaumüriſche Skale von 90 Graden hat. In einer Vergleichungs-

tafel

tafel gibt **Braun** *) dem Weingeiſtthermometer 80,
Queckſilberthermometer 93 Grade. Solche Abänderun
verdienen aber offenbar den Nahmen der Reaumüriſ
Thermometer nicht.

Reaumür ſelbſt hat übrigens Weingeiſt von verſ
dener Güte gebraucht; unter andern eine Sorte, b
Volumen im thauenden Eiſe 400, im ſiedenden W
437 Theile hielt. Dieſe Zahlen verhalten ſich wie 100
1092½, daß folglich ein Thermometer mit dieſem W
geiſte gefüllt, ſelbſt nach Reaumür's Grundſätzen 92½ G
bekommen müßte. Hieraus erhellet zugleich die Urſ
warum **Braun** bey ſeiner Vergleichungstafel dem Q
ſilberthermometer 93 Grade gibt.

Im Jahre 1733 überreichte **de l'Isle** β) der Ak
mie zu Petersburg ein Queckſilberthermometer, deſſen
richtung von einem einzigen feſten Punkte, dem S
punkte des Waſſers, und dem Verhältniſſe der Verdich
durch die Kälte abhing. Um den Siedpunkt ſetzte er
lich die Null, und zählte die Grade, welche Zehntau
theilchen des ganzen Volumens vorſtellen ſollten, von
herab. Seine Methode zur Beſtimmung der Grade
ſich auf folgende Art begreiflich darſtellen. Es bezeichn
das Gewicht des Queckſilbers, welches Kugel und R
anfüllt, und α das Gewicht desjenigen Queckſilbers, we
oben herausläuft, wenn man das volle Thermomete
ſiedendes Waſſer bringt. Wenn man alsdenn alles w
erkalten läßt, bis es zur vorigen Temperatur der äu
Luft kommt, ſo ſinkt das Queckſilber, und läßt ſo
Raum leer, als vorher bey der nämlichen Temperatur
jenige Queckſilber, welches α wog, eingenommen
Es macht daher der leer gewordene Theil des Raum
viel Zehntauſendtheilchen vom ganzen Raume aus, a

α) Nov. comment. Petrop. Tom. VII.

β) Mémoir. pour ſervir à l'hiſtoire et aux progrès de l'aſtr
de la geographie phyſ. à St. Petersbourg 1738. 4. p. 267.

von π, d. i. $\frac{10000 . \alpha}{p}$. Theilet man alſo dieſen leer gewordenen Theil wirklich in ſo viel gleiche Theile, ſo erhält man die Grade, wovon man noch mehrere bis an die Kugel forttragen kann, wenn man annehmen darf, daß die Röhre von gleicher Weite iſt.

Nach dieſer Art, die Skale einzurichten, wird vorausgeſetzet, daß während der Operation die äußere Temperatur ſich nicht ändert, oder daß ſie doch wenigſtens in den beyden Zeitmomenten einerley ſey, da die volle Röhre gewogen und da der leere Raum beſtimmt wird. Weitbrecht *) bediente ſich bey ſeinen ſehr genauen Verſuchen hierzu des Mittels, die Kugel in beyden angeführten Zeitmomenten in das Waſſer der größtentheils gefrorenen Neva zu ſetzen. Dennoch erhielt er bey mehreren Verſuchen nicht gleich genaue Reſultate. Die Verdichtung des Queckſilbers vom Siedpunkte bis zur Temperatur des thauenden Eiſes fand er zwiſchen 148,2 und 151,5 Zehntauſendtheile. De l'Isle nahm 153 an, und hatte bey der Eintheilung ſelbſt aber die Zahl 150 angenommen, welches auch noch jetzt die gewöhnliche Eintheilung der de l'Isliſchen Skale iſt.

Es iſt nicht leicht, ein ſehr genaues Thermometer nach dieſem Verfahren zu Stande zu bringen. Soll es eine Vollkommenheit beſitzen, ſo muß es beträchtlich groß ſeyn, welches aber der Empfindlichkeit entgegen iſt. Ueberhaupt wollte aber de l'Isle auf dieſe Art nur Normalthermometer verfertigen, und die übrigen bloß durch Vergleichung mit jenen graduiren. Nach Herrn de Lüc's Bemerkung rührt die Verſchiedenheit der Reſultate über den Eispunkt bey dieſem Thermometer von der Ausdehnung des Glaſes her, welche bey verſchiedenen Glasarten auch verſchieden iſt. Daher, ſagt er, dieſer Umſtand mache alle Einrichtungen unſicher, welche ſich auf Verhältniſſe der Grade zum ganzen Volumen beziehen, und zwingen uns daher mit

*) De thermometris concordantibus in comment. Petrop. Tom. VIII. p. 310.

mit **Newton** und **Fahrenheit**, die Skale der Ther
ter nicht auf einen einzigen, ſondern auf zwey feſte
der Wärme zu gründen.

Die bisher angeführten Einrichtungen der Therm
ſind die gewöhnlichſten und gebräuchlichſten. Indeſſ
man damit nicht zufrieden geweſen. Gewiſſe Umſtänd
ben unzählbare Abänderungen der Skale und andere
ſchläge veranlaßt, welche zu unbeträchtlich ſind, u
hier alle anzuführen. Ich berühre nur einige d
Sonſt findet man gute Nachrichten von ſolchen abgeänd
Einrichtungen und ihrer Vergleichung, beym **Leutman**[α],
Bülfinger[β]), **Wargertin**[γ]), **Hennert**[δ]) und
Swinden[ε]). Der P. **Cotte**[ζ]) hat ſich äußerſte M
gegeben, alle mögliche Arten von Thermometern zuſam
zu ſammeln; ſeine Nachrichten davon ſind aber ſehr un
kommen. Er führet manche Thermometer an, die im
ringſten nicht von einander verſchieden ſind, die er aber
verſchieden anſehen will, weil ſie von Verſchiedenen
geſchlagen ſind.

Die Mitglieder der Akademie zu Florenz hatten
ihren Thermometern eigentlich keine beſtimmte Sk
Ihre meiſten Beobachtungen aber haben ſie mit zwey Th
mometern angeſtellet, welche in Anſehung ihrer äuße
Form einander gleich, nur in Anſehung der Größe von ei
ander verſchieden waren. In dem größern ſtand der Liqu
beym Froſte auf 20, und bey der größten Sonnenhitze
Mittage mitten im Sommer auf 80, in dem kleinern abe
bey eben dieſen Temperaturen auf $13\frac{1}{2}$ und 40.

Das von **de la Hire** verfertigte Thermometer auf de
Pariſer Sternwarte, womit viele Beobachtungen ſind an
geſtell

α) Inſtrumenta meteorognoſiae inſeruientia. Witeberg. 1725. 8.
β) De thermometris et eorum emendatione in comment. Petrop
Tom III. p. 196.
γ) Schwediſche Abhandl. 1749 S. 167.
δ) Traité des thermomètres. à la Haye 1758. 8.
ε) Diſſ. ſur la comparaiſon de thermomètres. Amſt. 1778. 8.
ζ) Traité de meteorologie. Paris 1774. 4.

geſtellt worden, zeigte im Waſſer, das zu gefrieren anfängt, 28 Grad, die Wärme in den Kellern der Pariſer Sternwarte 48, und die thieriſche Wärme 86 an.

Der Marcheſe Poleni gebrauchte bey ſeinen meteorologiſchen Beobachtungen ein Luftthermometer, das aber weniger Queckſilber enthielt, als Amontons ſeines. Nach Martine kommen 47 Zoll bey Poleni mit 51 bey Amontons, und 53 bey jenem mit $59\frac{1}{4}$ bey dieſem überein.

In England hat man lange Zeit die Thermometer, nach einem bey der königlichen Societät aufbewahrten Normalthermometer von Weingeiſt, deſſen Grade von oben herab gezählt waren, graduirt. Bey Null ſtand ſehr warm, bey 25 warm, bey 45 gemäßigt, bey 65 Gefrierung. Martine fand die Null mit 89 nach Fahrenheit, und $34\frac{1}{2}$ Grad mit 64 nach Fahrenheit zuſammentreffend.

Auch die in den engliſchen Gewächshäuſern üblichen Fowleriſchen Thermometer werden nach einem Normalthermometer graduirt. Die Null derſelben ſteht bey der Temperatur der Luft, die weder warm noch kalt iſt. Nach Martine ſtehen ſie im thauenden Schnee auf 34 unter Null, und bey Fahrenheits 64 auf 16 über Null.

D. Hales bedient ſich in ſeinen vegetable ſtatiks eines Thermometers, welches am Eispunkte Null, und bey der Temperatur des geſchmolzenen Wachſes, das zu geſtehen anfängt (welche nach Martine 142 Grad nach Fahrenheit iſt), auf 100 ſtehet.

In den Edinburgiſchen Medical Eſſays werden die meteorologiſchen Beobachtungen nach einem Thermometer angegeben, welches von einem willkührlichen Punkte aus, in Zolle und Zehntheile abgetheilet iſt. Nach Martine ſteht es im ſchmelzenden Schnee auf 8,2, bey der Wärme des menſchlichen Blutes auf 22,2 Linien.

Im Jahre 1740 gab Micheli Dücreſt aus Gen eine neue Einrichtung des Thermometers an. Er n zwey beſondere Materien der Wärme und Kälte an, w ſich in Anſehung ihrer Wirkungen gegen einander im nern der Erde völlig aufhöben, daher die Temperatur Erdkugel bey ihm Null wird. Dieſe Temperatur beme er in den Kellern der Pariſer Sternwarte, hielt ſie an a unterirdiſchen Orten für einerley, und nannte ſie, gemäßi Der andere feſte Punkt war die Siedhitze des Waſſ. Damit nun der Weingeiſt dieſe Temperatur annehn müßte, ohne daß er herausliefe, ließ er Luft über ſelbig und ſchmolz oben eine kleine Kugel an, damit die Luft be höchſten Stande des Weingeiſtes nicht zu ſehr zuſamm gedrückt würde. Auf ſolche Art half er in der That ein der größten Fehler der vorigen Weingeiſtthermometer , worinn der Liquor weit unter der Siedhitze des Waſſ geblieben war. Den Abſtand zwiſchen beyden Punk theilte er in 100 Wärmegrade ein, und trug unter die N gleiche Grade der Kälte.

Alle dieſe angeführten Thermometer waren Weingei thermometer. Der Prof. Chriſtin zu Lyon brachte a Queckſilberthermometer eine andere Eintheilung der Sk an, die viel Bequemlichkeit hat; er theilte nämlich d Abſtand zwiſchen dem Froſt- und Siedpunkte in 100 gleic Theile. Indeſſen ſcheint Chriſtin nicht ſowohl ſelbſt a dieſe beyden feſten Punkte, als vielmehr auf das Ausde nungsverhältniß des Queckſilbers Rückſicht genommen z haben, welches er zwiſchen beyden Punkten wie 66 : 67 a nahm, ſo daß ſeine Grade eigentlich 6600 Theile des ga zen Volumens darſtellen ſollen.

Dag

a) Deſcription de la methode d'un thermomètre univerſel. à Par. 1748. 8 Recueil des pièces ſur les baromètres et thermom tres. à Baſle 1757. 4. Mich. Dücreſt kleine Schriften vo den Barometern und Thermometern, überſ. von M. J. C Thenn. 3te Aufl. Augsb. 1770. 8.

Dagegen behauptet der Prof. **Celſius** *) zu Upſala mit Recht als richtiger, bloß auf zwey feſte Punkte, und nicht auf das Ausdehnungsverhältniß zu ſehen, deſſen genaue Beſtimmung mit großen Schwierigkeiten verknüpft iſt, und durch ſo mancherley Umſtände eine Aenderung erleidet, daß man hieraus keine allgemeine Norm für alle Thermometer herleiten könne. Er ſetzet alſo voraus, vor allen Dingen die beyden feſten Punkte des Eis- und Siedpunktes an jedem Thermometer genau zu beſtimmen, und thut dann den Vorſchlag, den Abſtand zwiſchen beyden in 100 gleiche Theile zu theilen. Die ſchwediſchen Gelehrten ſind ihm hierin gefolget, und es heißt auch daher dieſe bequeme Theilung in 100 Grade die **ſchwediſche Skale**, auch die **Skale des Celſius** oder **Chriſtin.**

Jetzt iſt man nun allgemein übereingekommen, die Temperatur des zergehenden Schnees oder den natürlichen Gefrierpunkt, und die Temperatur des ſiedenden Waſſers oder den Siedpunkt für die beyden feſten Punkte der Thermometerſkale anzunehmen. Dieſe beyden Punkte werden an jedem Thermometer durch unmittelbare Verſuche beſtimmt, und ihr Abſtand, der **Fundamentalabſtand, Fundamentalraum** (diſtantia fundamentalis, intervallum fundamentale) wird in eine Anzahl gleiche Theile, unter dem Nahmen **Thermometergrade** abgetheilet.

Die Anzahl dieſer Theile, ſo wie auch der Anfang ihrer Zählung, iſt an ſich willkührlich, wenn ſich nur darüber ordentlich und beſtimmt ausgedrückt wird. Setzt man die Anzahl der Theile 180, und ſchreibt an den Eispunkt 32, und an den Siedpunkt 212, ſo hat man das Fahrenheitſche Thermometer; nimmt man die Anzahl derſelben 150, und zählet die Grade von oben herab, ſo gibt dieß das de l'Isliſche Thermometer; iſt die Anzahl 80, und zählet von unten hinauf, ſo erhält man das Reaumüriſche Thermometer, oder eigentlich das Queckſilberthermometer von

*) Von zween beſtändigen Graden auf dem Thermometer a. d. ſchwed. Abhandl. 1742. S. 197.

80 Graden; nimmt man endlich die Anzahl der Theile 100, ſo gibt dieß Chriſtins oder Celſius Thermometer. Alle dieſe Thermometer ſind in dieſem Sinne einerley, nur ihre Skalen ſind von einander verſchieden.

Dieſe angeführten Skalen ſind jedoch bey weitem noch nicht alle, es gibt vielmehr dergleichen noch in ſehr großer Menge. Man hat ſich die Freyheit genommen, beynahe zu jeder beſondern Anwendung des Thermometers, demſelben eine eigene Skale zu geben. So machte ſich de Lüc (m. ſ. Barometer, Höhenmeſſung) zwey neue Skalen, die eine zur Berichtigung des Barometerſtandes wegen des Einfluſſes der Wärme aufs Queckſilber, und die andere zur Berichtigung der berechneten Höhen wegen der Temperatur der Luft. Die erſte dieſer Skalen muß wieder für jede andere Barometerhöhe verhältnißmäßig verändert werden.

Die Vervielfältigung der Skalen iſt der Phyſik keinesweges einträglich; ſie veranlaßt nur noch mehrere Verwirrungen, da ſchon ohnehin, wie aus dem bisher Angeführten erhellet, eine Zweydeutigkeit unter den Thermometern herrſcht. Die Abſicht, welche man dadurch zu erreichen glaubt, läßt ſich allemahl ſicherer und weit geſchwinder durch eine leichte Rechnung erhalten, ohne deßwegen eine neue Sprache einzuführen.

Weil die Abſicht, die man durchs Thermometer zu erhalten ſucht, dahin gehet, die Grade der fühlbaren Wärme zu beſtimmen, ſo wird natürlich die Güte eines ſolchen Werkzeuges vorzüglich davon abhängen, daß die Ausdehnung des Liquors in eben dem Verhältniſſe zu- oder abnehme, in welchem die Wärme zu- oder abnimmt; und daß ſie ſelbſt bey der geringſten Veränderung der Wärme bemerkbar wird. Hier muß es alſo bloß die Erfahrung entſcheiden, welche flüſſige Materie ſolche Eigenſchaften beſitzet, und folglich zur Füllung des Thermometers am ſchicklichſten iſt. Schon Halley *) ſchlug ſtatt des Weingeiſtes,

womit

*) Philoſoph. Transact. n. 197. p. 650.

womit die Florentiner Akademiſten ihre Thermometer füllten, im Jahre 1680 Luft oder Queckſilber vor, weil der Weingeiſt mit der Zeit die Fähigkeit, ſich auszudehnen, verliere. Fahrenheit brachte den Vorſchlag, Queckſilber zu brauchen, ſeit 1714 mit gutem Glücke in Ausführung, und einige der größten Naturforſcher gaben dieſer Materie vor allen andern den Vorzug. Seitdem aber Reaumür mit ſeinem ſo gut graduirten Weingeiſtthermometer hervortrat, ſo theilten ſich die Meinungen aufs neue wieder, und ob man gleich in England und Holland den Fahrenheitſchen Thermometern den Vorzug gab, ſo erklärte man ſich doch in Frankreich und Italien für das Weingeiſtthermometer, und der Weingeiſt fand an Dücreſt *) einen ſtarken Vertheidiger.

Auf der einen Seite hat der Weingeiſt vor dem Queckſilber gewiſſe Vorzüge. Seine Ausdehnung iſt achtmahl ſtärker, als die des Queckſilbers, und beträgt vom Froſtbis zum Siedpunkte 0,121 des Volumens, da ſie folglich beym Queckſilber nur 0,015 deſſelben ausmacht. Auch laſſen ſich die Thermometer mit dem Weingeiſte viel leichter, und mit weit geringern Koſten, als mit dem Queckſilber füllen, und überdem iſt man auch im Stande, demſelben eine jede beliebige Farbe zu geben, wodurch ſein Stand in der Röhre ungemein deutlich und ohne alle Anſtrengung der Augen beobachtet werden kann u. ſ. f. Auf der andern Seite hingegen ſteht er dem Queckſilber weit nach. Herr de Lüc *β*) hat die entſcheidendſten Vorzüge des Queckſilbers vor allen Flüſſigkeiten dargethan, daß es ſich gewiß der Mühe lohnet, das weſentlichſte hierher Gehörige aus ſeiner Schrift kürzlich anzuführen.

Der erſte und wichtigſte Vorzug des Queckſilbers iſt dieſer, daß ſeine Ausdehnungen und Zuſammenziehungen

*) Deſcription de la methode d'un thermomètre univerſel. à Paris 1742. 8.

β) Unterſuchung über die Atmoſphäre. Aus dem Franz. Th. I. S. 355. f.

ſehr nahe dem Zunehmen und Abnehmen der freyen Wärme proportional ſind. Dieſen Satz zu erweiſen, nimmt Herr de Lüc an, daß Materien, welche beym Gefrieren am Volumen größer werden, ſich nicht verhältnißmäßig mit dem Abnehmen der Wärme verdichten können, und daß eben ſo wenig diejenigen Materien, welche in der Hitze ſtark ausdunſten, ſich verhältnißmäßig mit der Zunahme der Wärme ausdehnen können. Die Urſache der Ausdehnung beym Gefrieren mag auch ſeyn, welche ſie wolle, ſo fängt ſich doch ihre Wirkung nicht mit dem Augenblicke des Gefrierens ſelbſt an, ſondern ſie zeigt ſich ſchon lange vorher, und iſt mit dem erſten Grade der Verdichtung ſchon merklich. Man findet die Verdichtungen ſolcher Materien abnehmend, wenn man ſie mit Verdichtungen anderer Materien, die erſt ſpäter gefrieren, vergleicht. So verdichtet ſich z. B. Waſſer von gleicher Kälte weit weniger, als geſättigtes Salzwaſſer, welches ſpäter gefrieret; Baumöhl, welches ſich beym Gerinnen zuſammenziehet, wird ſtärker verdichtet, als der Weingeiſt, welcher ſich beym Gefrieren ausdehnet. Auf eben dieſe Art muß auch die Urſache, die zuletzt das Kochen und Verdunſten bewirket, ſchon einige Zeit vor dieſen Operationen wirkſam ſeyn, und ihre Einwirkung muß nothwendig die Ausdehnungen durch gleiche Grade der Wärme ſtärker machen, als ſie ſonſt ſeyn würden. Auch ſind wirklich die Ausdehnungen der Oehle zunehmend in Vergleichung mit den Ausdehnungen des Queckſilbers, welches ſpäter kocht und verdunſtet.

Aus dieſen Betrachtungen zieht de Lüc nunmehr die Folge, daß diejenigen Materien, welche ſehr ſpät verdunſten und kochen, ſehr ſpät gefrieren, und beym Gefrieren ſich nicht ausdehnen, zum Maße der Wärme ſehr geſchickt ſind, nicht bloß deßwegen, weil ſie die Fähigkeit weit länger beſitzen, große Grade der Wärme und Kälte anzugeben, ſondern auch vorzüglich darum, weil ſie mehr und länger, als andere Materien, von den Einwirkungen

frey bleiben, die in der Hitze und Kälte den Gang unregelmäßig machen, und ſein richtiges Verhältniß zu den eigentlichen Veränderungen der Wärme ſelbſt ſtören.

Es iſt nun bekannt, daß das Queckſilber ſpäter kocht und verdunſtet, als andere gewöhnlich flüſſige Materien; und in Anſehung ſeines Gefrierens folgert de Lüc aus Brauns Verſuchen, daß es ſich 1) dabey nicht ausdehne, 2) erſt bey einer ungemein großen Kälte gefriere, und 3) bis zum Gefrieren ſelbſt ſich regelmäßig verdichte. Allein ſeit dieſer Zeit hat man ſorgfältigere Verſuche über das Gefrieren des Queckſilbers angeſtellet, und gefunden, daß es weit eher gefriere, als man ſonſt wohl glaubte, und daß ſich im Augenblicke des Gefrierens ein plötzliches Zuſammenziehen ereigne. M. ſ. Gefrierung. Es müßten daher die Verdichtungen des Queckſilbers viel eher bey zunehmender Kälte ſtärker werden, als ſie dem wahren Gange der Wärme gemäß ſeyn ſollten. Dieſen Verſuchen zu Folge, würden nun zwar die 2) und 3) angegebenen Folgen Einſchränkungen leiden; allein Herr de Lüc macht auch wahrſcheinlich, daß die Urſache der Zuſammenziehung beym Gefrieren plötzlich entſtehe, und nicht ſo, wie die Urſache der Ausdehnung, ſchon vorher auf den Gang der Verdichtungen Einfluß habe, woraus denn folgt, daß eine Materie, deren Verdichtungen in Vergleichung mit allen andern Materien zunehmend ſind, in ihrem Gange den Verhältniſſen und Veränderungen der Wärme ſelbſt am nächſten komme. Daß aber das Queckſilber wirklich eine ſolche Materie ſey, beweiſet Herr de Lüc in einer aus mühſamen Verſuchen gezogenen Tabelle, wo der Gang des Queckſilberthermometers mit dem Gange von ſechs andern, vom Baumöhl, Camillenöhl, Quendelöhl, Weingeiſt, Salzwaſſer und Waſſer verglichen iſt.

Alles dieß ſucht nun Herr de Lüc durch unmittelbare Erfahrung zu beſtätigen. Nach Renaldini's Vorſchlage ſollte die Beſtimmung der Grade am Thermometer, in einer

Miſchung aus kaltem und warmen Waſſer geſchehen, Wolf α) und Bülfinger β) anführen; auch hatte . le Sage zu Genf den Gedanken gehabt, das Thermon mit der nöthigen Vorſicht in ſolche Miſchungen zu brin und dadurch ein äquidifferentiales Thermometer, (d ungleiche Grade gleiche Unterſchiede der wirklichen Wä ausdrückten) zu verfertigen. Dieſen Gedanken ben Herr de Lüc Er miſchte gleiche Maſſen Waſſer ungleichen Temperaturen α und β, welche in der Miſch eine Temperatur $\frac{\alpha+\beta}{2}$ geben müſſen (M. ſ. Wärn Uebrigens kommt nichts darauf an, wenn auch die Gr α, β, keine abſoluten Größen der Wärme ausdrück denn wenn die abſoluten Größen ſelbſt $z+\alpha$, $z+\beta$ wär ſo wird doch die Wärme der Miſchung wiederum $z+\frac{\alpha+}{2}$ ſeyn: folglich bleiben die Reſultate die nämlichen, nur d überall noch einerley unbekanntes z hinzugeſetzet werd müſſe, wenn man abſolute Größen der Wärme verlan

Wenn gleiche Waſſermengen von 6 Grad und von Grad Temperatur (nach dem Queckſilberthermometer v 80 Graden) mit einander vermiſcht werden, ſo ſollte d Miſchung 40,5 Grad Wärme halten; das Thermomet zeigte aber nur 39,2 Grade. Es war aber hierbey d heiße Waſſer in das Gefäß des kältern gegoſſen worde wodurch ſich ein Theil Wärme dem Gefäße mittheilte, un ein Theil beym Ausgießen ſelbſt verloren ging. Nachh ward das kältere Waſſer von 5,2 Grade in das Gefäß de heißern von 75 Graden gegoſſen. Hier hätte die Miſchun 40,1 Grade halten ſollen; allein das Thermometer zeigt nur 39,3. Die wahre Wärme hatte ſich hierbey um de halben Unterſchied der Temperaturen $\left(\frac{75-5{,}2}{2}=34{,}9\right)$ abge

α) Elementa aerometr. Lipſ. 1709. 12. p. 209 ſq.
β) Elementa phyſices. Lipſ. 1742. 8.

abgenommen; das Queckſilber hatte ſich um mehr, als den halben Unterſchied (75 — 39,3 = 35,7) verdichtet, und ihm blieb für die andere Hälfte Eis völlig zur kältern Temperatur weniger Verdichtung (39,3 — 5,2 = 34,1) übrig. Daraus folgt alſo, daß ſich der Gang des Queckſilbers bey gleichen Verminderungen der Wärme wirklich abnehmend zeigt. Dieß, ſaget Herr de Lüc, beſtätiget vollkommen, daß das Queckſilber in ſeinem Gange den Veränderungen der Wärme ſelbſt näher kömmt, als andere Materien. Denn da ſein Gang in Vergleichung mit den Verdichtungen anderer Materien bey gleichen Veränderungen der Wärme zunehmend, in Vergleichung mit der Wärme ſelbſt aber immer noch abnehmend iſt, ſo müſſen ſich nothwendig alle bisher verſuchte Materien vom Gange der Wärme ſelbſt noch mehr, als das Queckſilber, entfernen.

Herr de Lüc geht noch weiter. Die angeführten Verſuche beweiſen, daß der Gang des Queckſilbers von dem der Wärme nur ſehr wenig abweichet. Das mittlere Reſultat der Wärme, welche das Thermometer hätte zeigen müſſen, ſollte 40,3 Grade ſeyn, wenn ſeine Grade gleiche Theile der Wärme ausdrückten, es zeigte aber nur 39,3 Grade; hier war alſo eine Berichtignng wegen der Erkältung beym Ausgießen und wegen der Wärme des Gefäßes zu vermuthen. Der Gang der Oehle wich wiederum ſehr wenig vom Gange des Queckſilbers ab, und aus der Vergleichung ergab ſich, daß das weſentliche Camillenöhl bey der Temperatur der vorigen Miſchung gerade eben ſo weit vom Queckſilber, als dieſes ſelbſt von der Wärme abging. De Lüc nahm daher den Gang dieſes Oehls in Vergleichung mit dem Queckſilberthermometer für den Gang des letztern, in Vergleichung mit dem Gange der Wärme ſelbſt an, und leitete daraus nach wiederholter Prüfung mehrerer Verſuche folgende Tabelle ab, wo die unbekannt bleibende Wärme des thauenden Eiſes durch z ausgedrückt iſt.

Queckſilbertherm. von 80 Grad	Wirkliche Wärme	Unterſchiede der wirkl. Wärme
80	z + 80,00	
75	z + 75,28	4,72
70	z + 70,56	4,72
65	z + 65,77	4,79
60	z + 60,96	4,81
55	z + 50,15	4,81
50	z + 51,26	4,89
45	z + 46,37	4,89
40	z + 41,40	4,97
35	z + 36,40	5,00
30	z + 31,32	5,08
25	z + 26,22	5,10
20	z + 21,12	5,10
15	z + 15,94	5,18
10	z + 10,74	5,20
5	z + 5,43	5,31
0	z	5,43
		80,00

Folgende Tabelle zeiget, wie ſich die übrigen flüſſigen Materien verhalten. Sie gibt den Grad an, auf welchen die aus dieſen Materien verfertigten Thermometer ſtehen, wenn das Queckſilberthermometer 38,6 Grade zeiget, mithin die wirkliche Wärme z + 40 iſt. Auch iſt dabey das Verhältniß ihrer Verdichtungen vom Siedpunkte bis zu z + 40 und von da bis zum Froſtpunkte angegeben.

Materie der Thermometer	Stand bey der Wärme z + 40	Verhältn. der Verdicht. in der 1. u. 2. Hälfte
Queckſilber	38,6	15 : 14
Baumöhl u. Leinöhl	37,8	15 : 13,4
Camillenöhl	37,2	15 : 13
Quendelöhl	37	15 : 12,9
Geſättigtes Salzwaſſer	35,9	15 : 11,6
Weing., Pulver d. zündet	33,7	15 : 10,9
Waſſer	19,2	15 : 4,7

Hieraus

Hieraus erhellet alſo, daß das Queckſilber vor allen andern Materien bey gleichen Ausdehnungen gleiche Aenderungen der Wärme am nächſten zeiget, und daß folglich das Queckſilber in dieſer Rückſicht allen übrigen Materien vorzuziehen iſt.

Ein anderer Vorzug des Queckſilbers beſteht nach de Lüc darin, daß es ſich weit leichter, als andere Materien, von Luft reinigen laſſe. Was den Weingeiſt betrifft, ſo muß dieſer, wenn er die Wärme des kochenden Waſſers annehmen ſoll, entweder ganz von Luft befreyet ſeyn, oder durch zurückgelaſſene Luft im obern Theile der Röhre gedruckt werden. Durand ſchlug ein Mittel vor, das erſtere zu erhalten, allein es iſt dieß, zumahl bey engen Röhren, ſehr mühſam; dagegen gebrauchte Dücreſt das zweyte, welches aber unſicher und unbeſtimmt iſt. Alle Materien überhaupt werden den Siedpunkt unrichtig angeben, wenn ſie nicht von Luft befreyet ſind, welches bey Oehlen, Salzwaſſer u. ſ. w. ſehr ſchwer, beym Queckſilber aber durchs Kochen ſicherer zu bewerkſtelligen iſt. (Meiner Meinung nach iſt das Queckſilber den übrigen Materien nicht bloß deßwegen vorzuziehen, weil es leichter von Luft gereiniget werden kann, ſondern vorzüglich darum, weil die wäſſerichten Theile, die dem Queckſilber anhängen, nicht weſentlich demſelben zu gehören, und durchs Kochen in Dampfgeſtalt leicht fortgeſchafft werden können, welches aber bey den andern Materien nicht der Fall iſt).

Der dritte Vorzug des Queckſilbers iſt nach de Lüc dieſer, daß es ſehr große Grade der Hitze und Kälte verträgt, nämlich von + 275 bis — 261 der Skale von 80 Theilen. Allein neuerer Beobachtungen zu Folge, welche unter dem Artikel Gefrierung, ſind angeführet worden, möchte doch der Gefrierpunkt des Queckſilbers ſich nicht viel über — 32 Grade dieſer Skale erſtrecken, und der rektificirte

ſicirte Weingeiſt ein beſſeres Maß für große Grade der Kälte abgeben, als das Queckſilber.

Der vierte Vorzug des Queckſilbers liegt in der größern Empfindlichkeit, wodurch es fähig iſt, die Veränderungen der Wärme weit ſchneller zu zeigen, als andere Materien. Nach de Lüc iſt es sechs Mahl empfindlicher als der Weingeiſt, woraus er zugleich einen Theil des Unterſchiedes erkläret, welcher ſich zwiſchen Dücreſt's und ſeiner Tabelle, über die übereinſtimmenden Grade des Weingeiſt- und Queckſilberthermometers zeiget. Doch glaubet Herr Luz *) aus ſeinen Verſuchen ſchließen zu dürfen, daß Weingeiſt und Queckſilber in freyer Luſt und im Waſſer, das nach und nach ſeine Wärme verlieret, beyde im gleichen Grade empfindlich ſind; da im Gegentheil bey plötzlich abnehmender Wärme das Queckſilber doppelt, und bey plötzlich zunehmender Wärme drey Mahl empfindlicher ſey, als der Weingeiſt. Beym allmähligen Erkalten in freyer Luſt zeigte ſich anfänglich das Queckſilber zwar empfindlicher, gegen das Ende aber holte es der Weingeiſt ein, und gelangte zum Gleichgewichte mit der Luſt faſt noch eher, als das Queckſilber.

Der fünfte Vorzug des Queckſilbers hat ſeinen Grund darin, daß man denſelben als eine Materie von einerley Beſchaffenheit anſehen kann, wenn es gehörig gereiniget worden, ſo daß alle Queckſilberthermometer einen gleichen Gang haben; da im Gegentheil der Weingeiſt beſtändig von anderer Güte und Beſchaffenheit gefunden wird; daher kommt es auch, daß der Gang der Weingeiſtthermometer, wie die Beobachtungen lehren, immer verſchieden iſt.

Am Queckſilber tadelt Dücreſt, daß es ſich in ſehr ſtarker Kälte mehr verdichte, als es ſich in der Hitze verhältniß-

*) Vollſtändige Anweiſung, die Thermometer zu verfertigen, Cap. 8. S. 159 f.

hältnißmäßig ausdehne. Auch lehren wirklich die Beobachtungen, daß es ſich beym Gefrieren außerordentlich zuſammenziehet, und alsdann zum Wärmemaße ganz untauglich iſt. Herr Dücreſt aber nimmt die Temperatur der Erdkugel als einen ſolchen feſten Punkt an, von welchem die Materien der Kälte und Wärme durch ihre Wirkungen ungleiche oder verhältnißmäßige Ausdehnungen und Verdichtungen hervorbringen ſollen. Er glaubt dieſe Gleichheit beym Weingeiſte zu finden, beym Queckſilber aber nicht, wenn er die äußerſten Temperaturen auf der Erde, die Wärme im Senegal und die Kälte in Kamtſchatka, mit dem gemäßigten Mittel vergleichet. Es kann möglich ſeyn, daß ſich das Queckſilber bey dieſer Kälte ſchon ſehr unregelmäßig zuſammenziehet; allein die angeführten Vergleichungspunkte haben ihren Grund auf einer leeren Hypotheſe. Dagegen zeigen die Verſuche des Herrn de Lüc unläugbar, daß die Zuſammenziehungen des Queckſilbers, in Vergleichung mit der Wärme, ſelbſt zwiſchen den beyden feſten Punkten, dem Sied- und Froſtpunkte, und bey geringern Graden der Kälte gar nicht zunehmend, ſondern nur weniger abnehmend ſind, als die des Weingeiſtes.

Herr Strohmeyer *) ſtellte gegen des Herrn de Lüc Verſuche und Sätze einige Zweifel auf. Er behauptete, der Weingeiſt ſey bey tiefern Graden der Kälte dem Queckſilber weit vorzuziehen, und hierin hat er auch unſtreitig Recht. Er fand den Weingeiſt bey einer Temperatur von — 16 Grad nach Fahrenh. in einer Miſchung von Schnee und Salpetergeiſt vollkommen flüſſig, da ſchon das Queckſilber, wie ein weiches Amalgama zuſammen gerann, und ſich im Anfange des Gerinnens ſchnell verdichtete, und nachher wie ein Faden hängen blieb. Sonſt aber hat Herr Strohmeyer

*) Anleitung übereinſtimmende Thermometer zu verfertigen. Göttingen 1775. 8.

meyer den Herrn de Lüc nicht richtig verſtanden, wenn er ſagt, den Hauptgrund, welchen de Lüc einwende, als wenn der Weingeiſt einen ungleichen Gang habe, werde er durch Verſuche widerlegen. Einen ſolchen Grund gebrauchet de Lüc nirgends; denn ſonſt würde er das Queckſilber ſelbſt verworfen haben, von welchen er die Gleichheit ſeines Ganges keinesweges behauptet. Seine Meinung iſt nur dieſe: das Queckſilber käme dem gleichen Gange der Wärme näher als der Weingeiſt. Dieß widerlegen nun die Verſuche nicht, welche Strohmeyer gar nicht einmahl anführet, ſondern von welchen er nur überhaupt ſagt, daß ſie mit Dücreſt genau zuſammenſtimmten. Von Vergleichung mit der Wärme, worauf eigentlich alles ankommt, wird dabey mit keinem einzigen Worte Erwähnung gethan. Auch hat ſchon Herr Luz *) gezeiget, daß Strohmeyer in Dücreſt's Tabellen die dem Queckſilber zugehörige Columne mit der für den Weingeiſt verwechſelt, und dieſen Fehler auch in ſeiner Rechnung fortgeführet hat, ſo daß es unbegreiflich iſt, wie ſie mit den Verſuchen haben übereinſtimmen können. Es kann daher die Beſchuldigung dem Herrn de Lüc gar nicht treffen, daß er bey ſeinen Verſuchen das gehörige Umrühren des erwärmten Waſſers müſſe vernachläſſiget haben, indem er ausdrücklich ſagt, daß er dieſe Vorſicht genau beobachtet habe.

Im Gegentheil hat Herr Luz Verſuche angeſtellet, welche von denen des Herrn de Lüc nur in Kleinigkeiten abweichen, wie folgende Vergleichung mit 4 Thermometern von 80 Graden beweiſet:

Queck-

*) Anweiſung die Thermometer zu verfertigen, S. 201.

Queckſilberthermometer.	Weingeiſtthermometer Dücreſt.	de Lüc.	Luz.
Siedpunkt 80	80,00	80,00	80,00
75	73,21	73,80	73,80
70	66,83	67,80	67,80
65	60,80	61,90	61,90
60	55,06	56,20	56,10
55	49,57	50,70	50,40
50	44,31	45,30	44,90
45	39,24	40,20	39,60
40	34,36	35,10	34,70
35	29,63	30,30	29,90
30	25,05	25,60	25,30
25	20,60	21,00	20,90
20	16,27	16,50	16,50
15	12,05	12,20	12,20
10	7,94	7,90	7,90
5	3,93	3,90	3,90
Eispunkt 0	0,00	0,00	0 00
— 5	— —	— —	3,90
— 10	— —	— —	7,60
— 15	— —	— —	11,20
— 20	— —	— —	14,50

Hieraus erhellet nun zur Genüge, daß die Queckſilberthermometer den Weingeiſtthermometern vorzuziehen ſind, indem ſie den Bedingungen eines vollkommen guten Thermometers wo nicht völlig, doch durch Annäherung am meiſten entſprechen.

An den gewöhnlichſten Thermometern iſt der obere feſte Punkt die Hitze des ſiedenden Waſſers, welcher daher der Siedpunkt (punctum aquae ebullientis, terme de l'eau bouillante) genannt wird. Bey dieſer Hitze ſteht nämlich die flüſſige Materie im Thermometer gerade an dieſem Punkte. Obgleich man aber eine ſolche Hitze in allen Fällen für gleich groß annimmt, ſo können doch Umſtände eintreten, die ſie gar ſehr abändern.

Nach

Nach Herrn de Lüc nehmen Regen- Fluß- und Quellwaſſer gleiche Siedhitze an; geſättigtes Salzwaſſer aber auf 7 Reaumüriſche Grade mehr. Man nimmt daher zur Beſtimmung des Siedpunktes des Thermometers am ſicherſten Regenwaſſer. Die äußere Wärme und Kälte der Luft hat hierbey keinen ſonderlichen Einfluß, indem das Feuer beym Kochen die umgebende Luft ziemlich gleichförmig erwärmet. Eine größere Einwirkung hat die Geſtalt der Gefäße und die Beſchaffenheit ihres Deckels. Wenn die Waſſermaſſe zu gering iſt, ſo nimmt auch die Hitze in etwas ab, indem das Waſſer nach und nach in Dampf aufgelöſet wird. Ueberdieß iſt es nicht bloß hinreichend, die Kugel allein in das ſiedende Waſſer zu bringen, ſondern es muß auch der Theil von der Röhre ſo weit, als die flüſſige Materie in ſelbiger ſteht, hineingebracht, und in dieſer Stellung erhalten werden. Auch hat Herr de Lüc gefunden, daß bisweilen das Waſſer, beſonders wenn es noch nicht im völligen Kochen iſt, auf dem Boden des Gefäßes um 1 Grad heißer iſt, als im obern Theile. Ja das Waſſer wird ſelbſt während dem Kochen etwas heißer, daher muß es aufs ſtärkſte kochen. Den größten Einfluß auf die Größe der Siedhitze des Waſſers hat aber der Druck des Luftkreiſes; und eben deßwegen iſt es nöthig, den Siedpunkt aller Thermometer entweder bey einerley Barometerſtand zu ſuchen, oder doch wenigſtens durch eine Berichtigung auf einen gewiſſen gleich hohen Barometerſtand zu reduciren.

Alle dieſe Umſtände verurſachen, daß man ſich auf die Uebereinſtimmung der Siedpunkte an den gewöhnlichen Thermometern nicht allemahl ſicher verlaſſen kann. Wenn überdieß die Materie, womit die Thermometer gefüllt ſind, die Siedhitze des Waſſers gar nicht annehmen ſo ſind ihre Abweichungen beträchtlich; ſo zeigt z. B. der Siedpunkt des wahren Reaumüriſchen Thermometers wirklich nur $66\frac{2}{3}$ Grade der Skale von 80 Graden. Auch wenn die Siedpunkte bey verſchiedenen Barometerſtänden ſind beſtimmt worden, weichen ſie merklich von einander ab. So kommt der

der Siedpunkt der de Lüc'ſchen Thermometer mit 210 Grade der Fahrenheitſchen auf der engliſchen Skale überein. M. ſ. **Sieden.** Th. IV., S. 631.

Im Jahre 1777 trug die königliche Societät einigen ihren Mitgliedern auf, unter welchen ſich auch die Herren **Cavendiſh**, **de Lüc**, **Maskelyne** und **Horsley** befanden, eine allgemeine Methode zur Beſtimmung der feſten Punkte bekannt zu machen [α]). Die vorzüglichſten Vorſchläge dieſer Gelehrten ſind folgende: Zuförderſt geben ſie den Rath, das Thermometer gar nicht ins Waſſer zu bringen, ſondern bloß in einem verſchloſſenen Gefäße (fig. 6.) den Dämpfen des ſiedenden Waſſers auszuſetzen, welche Methode **Cavendiſh** [β]) zuerſt angegeben hat. Die Hitze dieſer Dämpfe iſt ſehr gleichförmig, und gibt beym Barometerſtande von 29,8 engliſche Zolle, den Siedpunkt um ¼ Grad der 80theiligen Skale höher, als den de Lüc'ſchen beym Barometerſtande von 27 Pariſer Zoll. Eben dieſer Siedpunkt wird bey der Barometerhöhe von 29,5 Zoll gefunden, wenn man die Kugel des Thermometers etwa 2 bis 3 Zoll ins Waſſer bringt.

Bey dem Gebrauche der bloßen Dämpfe, um dadurch den Siedpunkt zu beſtimmen, empfehlen dieſe Gelehrten die Barometerhöhe 29,8 engl. Zoll = 335,54 Linien Pariſer Maß, oder 29,5 Zoll = 332,15 Pariſer Linien, wenn man die Kugel des Thermometers 2 bis 3 Zoll tief ins ſiedende Waſſer bringt. Bey andern Barometerſtänden ſolle man den beſtimmten Siedpunkt auf die angegebenen reduciren.

Wollte man bey dieſer Reduction die von **de Lüc** feſtgeſetzte und im Artikel, **Sieden** (Th. IV. S. 629. 630.) angeführten Formeln A) und B) gebrauchen, ſo würde ſie etwas

α) Philoſoph. Transact. Vol. LXVII. P. II. n. 37. Bericht einer von der königl. Societät zu London niedergeſetzten Commiſſion, über die beſte Methode, die feſten Punkte des Thermometers zu beſtimmen, in den Leipz. Samml. zur Phyſik und Naturgeſchichte, B. I. St. 6. S. 643 f.

β) Philoſoph. Transact. Vol. LXVI. p. 380.

etwas beſchwerlich werden. Indeſſen kann man ohne **großen** Fehler annehmen, daß die Aenderungen des **Siedpunktes** in den engen Gränzen der gewöhnlichen **Barometerveränderungen** den Aenderungen des Barometerſtandes **proportional** ſind. Wenn man nach dieſen Formeln die **Siedhitze** für $29\frac{1}{2}$ und $30\frac{1}{2}$ engl. Zoll Barometerhöhe (d. i. für 332,15 und 343,43 Pariſer Linien) berechnet, ſo findet man ſie 80,54 und 81,25 Grade; mithin beträgt der Unterſchied 0,71 Grad nach der Reaumürlſchen oder $\frac{9}{4} . 0{,}71 = 1{,}59$ nach der Fahrenheitſchen Skale. Aendert ſich daher das Barometer um 0,114 engliſche Zoll, ſo würde ſich folglich um jenen Barometerſtand herum, der Siedpunkt etwa um 0,114 1,59 = 0,181 Fahrenheitſchen Grade, d. i. um $\frac{1}{1000}$ des ganzen Abſtandes zwiſchen Sied- und Gefrierpunkt ändern. Mithin ließe ſich hieraus folgende leichte Regel beſtimmen: ſteht das Barometer um 0,114.*α* Zoll höher oder niedriger, als die zur allgemeinen Norm angenommenen Barometerſtände ſind, ſo muß man den gefundenen Siedpunkt um *α* Tauſendtheilchen ſeines Abſtandes vom Gefrierpunkte weiter herab, oder weiter hinauf rücken.

Hiernach iſt nun folgende Berichtigungstabelle berechnet worden:

Barometerhöhe		Bericht. in Tauſendtheilchen	Barometerhöhe		Bericht. in Tauſendtheilchen
in Dämpfen	im Waſſer		in Dämpfen	im Waſſer	
	30,64	— 10	29,69	29,39	+ 1
	53	— 9	58	27	+ 2
30,71	41	— 8	47	17	+ 3
59	29	— 7	36	06	+ 4
48	18	— 6	25	28,95	+ 5
37	07	— 5	14	84	+ 6
26	29,95	— 4	03	70	+ 7
14	84	— 3	28,92	62	+ 8
03	73	— 2	81	51	+ 9
29,91	61	— 1	70		+ 10
80	50	0	59		+ 11

Dieſe

Dieſe Tabelle hat Herr Luz *) zugleich auf Pariſer Maß gebracht, wobey er Statt 0,114 engl. Zoll 1,24 Pariſer Linien ſetzt.

Exemp. Es ſey bey 29,5 engl. Zoll Barometerhöhe der Siedpunkt im Waſſer beſtimmt worden; der Abſtand dieſes Punktes von dem Gefrierpunkte betrage 12 Zoll. Bey der Zahl 29,5 für das Waſſer ſteht in der Tabelle die Zahl — 1; alſo muß die Stelle des 212 Grades um $- \frac{1}{1000} \cdot 12 =$ 0,012 Zoll niedriger als der beobachtete Punkt geſetzt werden.

Wenn der Siedpunkt am Thermometer in Dämpfen beſtimmt werden ſoll, ſo muß ſich die Röhre bis zunächſt an den Siedpunkt in den heißen Dämpfen befinden, und gerade nur der Siedpunkt über dem Deckel des Gefäßes hervorragen; außerdem muß aber auch die Kugel noch 1 bis 2 Zoll über dem Waſſer ſtehen, ſo daß ſie von demſelben auch im ſtärkſten Kochen nicht berühret wird.

Der Deckel auf dem Gefäße muß leicht abgehoben werden können; damit er aber genau anſchließe, muß unter ſeinem Rande ein Ring von Tuch oder Filz gelegt werden. In der Mitte dieſes Deckels befindet ſich ein Loch, durch welches die Röhre des Thermometers luftdicht eingebracht werden kann; überdem enthält er auch eine noch kleine Röhre von ½ Quadratzoll Durchſchnitt, und 2 bis 3 Zoll Höhe zum Ausgange der Dämpfe; dieſe Röhre iſt mit einer zinnernen Platte bedeckt, welche die Gewalt der Dämpfe ſelbſt in die Höhe hebt und verſchiebt.

Uebrigens muß das Waſſer ſtark und ſchnell gekocht werden; gleichwohl muß man 1 bis 2 Minuten Zeit warten, ehe man den Siedpunkt bezeichnet, um zu ſehen, ob nicht etwa das Queckſilber noch höher ſteigen werde.

Wenn die Kugel ins Waſſer gebracht werden ſoll, ſo wird an der vorigen Methode nichts weiter geändert, als daß das Waſſer 3 bis 4 Zoll höher ſtehen muß, und daß es nicht mehr nöthig iſt, den Deckel ſo genau zu verſchließen, und die zinnerne Platte auf das Dampfröhrchen zu legen.

 Außer

*) Vollſtändige Beſchreibung der Barometer. 1784. Anhang S. 32.

Außer dieſen beyden Methoden den Siedpunkt a Thermometer zu beſtimmen, bedienen ſich die engliſche Künſtler noch einer dritten, bey welcher ſie das Thermometer in ein offenes Gefäß mit der Kugel ins Waſſer ſetzen die Röhre mit leinenen Lappen oder Flanell umwickeln, und dieſe mit ſiedendem Waſſer begießen, um ſie zu erhitzen Sie muß aber 3 bis 4 Mahl begoſſen, und zwiſchen den jedesmahligen Begießen einige Sekunden inne gehalten werden, welches ſelbſt beym letzten Mahle geſchehen muß, ehe man den Siedpunkt bemerket. Hierbey wird ein Barometerſtand von 29,8 Zoll Höhe erfordert, ſo wie das Waſſer ſchnell gekocht, das Thermometer aufrecht gehalten, die Kugel 2 bis 3 Zoll unter Waſſer gebracht, und dahin gehalten werden muß, wo die Bewegung des Waſſers von unten aufwärts gehet.

Der untere feſte Punkt am Thermometer heißt gemeiniglich der **Eispunkt**. **Fahrenheit** glaubte, daß eine Miſchung aus Waſſer, Eis und Salmiak oder Kochſalz die größte Kälte gebe, und ſetzte dahin, wo die Materie im Thermometer in dieſer Miſchung ſtieg, die Null, und da er durch Verſuche fand, daß die natürliche Gefrierung auf den 32ſten Grad ſeiner Skale von 212 Theilen fiel, ſo nannte er dieſen Grad den Gefrierpunkt; mithin enthält ſeine Skale zwiſchen dem Gefrier- und Siedpunkte 180 Grade. Es iſt unbekannt, ob Fahrenheit die Temperaturen des thauenden Eiſes und des gefrierenden Waſſers gehörig von einander unterſchieden hat. **Martine**, welcher ſonſt vom Fahrenheit'ſchen Thermometer gute Nachrichten gibt, verſteht unter dem 32 Grade beyde ohne Unterſchied.

Reaumür ſpricht ſchon beſtimmter, und nimmt zum Eispunkte diejenige Temperatur an, welche zum Gefrieren des Waſſers hinreichend iſt. Dieſe beſtimmte er auf folgende Art: er brachte ein kleines Gefäß mit Waſſer in eine Miſchung von 2 Theilen Eis und einem Theile Kochſalz, hielt ſo lange inne, bis das Waſſer zu gefrieren anfing, und der Weingeiſt in dem hineingebrachten Ther-

mometer nicht weiter herabfiel. Dieſe Methode fand aber Herr de Lüc unſicher, indem ſie an den wahren Reaumüriſchen Thermometern den Gefrierpunkt um $\frac{1}{4}$ Grad tiefer gegeben hat, als der Punkt des zergehenden Eiſes ſich befindet. Dieſen letzten Punkt haben in der Folge Nollet und Reaumür ſelbſt gewählet; Briſſon, welcher Augengenzeuge hiervon war, hat dieſe Methode von ihnen angenommen.

Am ſicherſten wird jetzt der Punkt des zergehenden Eiſes oder Schnees gebrauchet, welcher auch am leichteſten zu finden iſt. Dieſer Punkt iſt eigentlich die Temperatur des Waſſers, welches ſo eben vom Eiſe abthauet, oder des mit Eiſe vermiſchten Waſſers. Herrn de Lüc's Methode iſt dieſe; er füllt ein Gefäß mit klein zerſchlagenem Eiſe, und ſetzt das Thermometer ſo hinein, daß es ganz davon umgeben iſt, und unter der Kugel noch 1 Zoll hoch Eis über dem Boden liegt. Wenn das Eis zerſchmelzt, behalten Waſſer und Eis einerley Temperatur. Doch meinet Strohmeyer, dieſe Methode ſey bis auf $1\frac{1}{2}$ Reaumüriſche Grad unſicher; er gibt dem Waſſer im Eiſe einen Vorzug, läßt daher Regen- oder Schneewaſſer bey natürlicher Kälte ringsum frieren, zerſtößt alsdann die obere Eisrinde und ſetzt das Thermometer, ſo weit das Queckſilber reicht, in das mit Eis umgebene Waſſer. Dieſes von Dücreſt gebrauchte Verfahren iſt nach Herrn Luz auf $\frac{1}{5}$ Grad unzuverläſſig, beſonders wenn die Eisrinde nicht dick genug iſt. Im Gegentheil fand er des Herrn de Lüc's Methode ſo ſicher, daß er nicht $\frac{1}{50}$ Grad Abweichung bey ihr bemerkte, ausgenommen beym einfallenden Thauwetter, bey welchem das zerſchmelzende Eis allezeit um $\frac{1}{12}$ Reaumüriſchen Grad wärmer, als ſonſt iſt. Luz bemerket noch, daß man die mit dem Flüſſigen gefüllten Thermometer nicht zu plötzlich in das Eis bringen ſolle, weil ſonſt beym Herabſinken zu viel an den Wänden der Röhre hängen bleibe.

Auch die engliſchen Gelehrten gebrauchen dieſe Methode, und fügen noch die Bemerkung bey, man müſſe die ganze

 Röhre,

Röhre, ſo weit das Queckſilber in ihr reiche, mit zerſtoßenem Eiſe umgeben, oder im entgegengeſetzten Falle, eine kleine von ihnen angegebene Berichtigung machen.

Außer dieſen beyden feſten Hauptpunkten am Thermometer gibt es noch einige, die als feſte Punkte angeſehen, und gewöhnlich mit auf dem Thermometer bemerket werden. Dahin rechnet man die Temperatur der Keller der Pariſer Sternwarte, welche in einer Niſche der Mauer eines 84 Fuß tiefen Kellers beobachtet wird. Dieſe Temperatur iſt nach Herrn de Lüc's genauer Beſtimmung = 9,6 des Queckſilberthermometers von 80 Graden. Ein anderer feſter Punkt iſt die Temperatur der natürlichen Wärme des menſchlichen Körpers, welche man findet, wenn man die Kugel eines Thermometers eine Stunde lang in dem Munde oder unter dem bloßen Arme nimmt. Reaumür hatte ſie auf ſeinem Weingeiſtthermometer bey 32 Grad beſtimmt, er hatte aber daſſelbe nur eine Viertelſtunde lang erwärmt; Briſſon fand bey der Erwärmung von einer Stunde $32\frac{1}{2}$ Grad, und de Lüc beſtimmt dieß auf 29,9 des Queckſilberthermometers von 80 Graden.

Wenn bey den Thermometern die beyden Hauptpunkte, der Gefrier- und Siedpunkt beſtimmt ſind, ſo wird alsdann ihr Abſtand von einander in eine Anzahl gleicher Theile unter dem Nahmen der Thermometergrade eingetheilet, welche die Skale oder Gradleiter des Werkzeuges ausmachen. Da aber dieſe Eintheilung an ſich willkürlich iſt, und auch von verſchiedenen Erfindern verſchiedene Abtheilungen eingeführet ſind, ſo hat man mehrere Skalen, die ſich ſehr leicht und ſicher mit einander vergleichen laſſen, wofern die beyden feſten Punkte genau mit einander harmoniren.

Herr Hindenburg *) hat die Aufgabe der Vergleichung der Thermometerſkalen in der größten Allgemeinheit ſo aufgelöſet, daß man die verſchiedenen Formeln, von welchen man bey der Anwendung wählen kann, zuſammen deutlich und

*) Progr. formulae comparandis gradibus thermometricis idoneae. Lipſiae 1791. 4.

und leicht überſieht. Es kommt hierbey auf folgende Frage an: wenn in zwey verſchiedenen Skalen die Anzahlen ihrer Grade m und μ, die Zahlen, welche am Gefrierpunkte ſtehen, d und δ, und die Zahlen an zwey andern übereinſtimmenden Punkten, x und ξ heißen, wie können beyde letztere x und ξ auseinander gefunden werden? Da hier von genau harmonirenden Thermometern die Rede iſt, ſo folgt natürlich, daß ſich die Zahlen der Grade zwiſchen dem Gefrier- und Siedpunkte beyder Thermometer gerade ſo wie die Zahlen der Grade zwiſchen den Gefrierpunkten und den mit x und ξ bezeichneten, verhalten müſſen, d. h. es iſt

$$m:\mu = x - d : \xi - \delta.$$

Daraus ergibt ſich nun folgende Gleichung

A) $m\xi - m\delta = \mu x - \mu d$, und daraus findet man

$$x = \frac{m(\xi - \delta)}{\mu} + d, \text{ und } \xi = \frac{\mu(x - d)}{m} + \delta,$$

wo abwärts gezählte Grade durch negative Zahlen angedeutet werden.

Aus dieſen allgemeinen Formeln laſſen ſich für beſtimmte Skalen ſehr leichte beſondere Ausdrücke ableiten. Wenn die Buchſtaben F, R, I, C harmonirende Grade auf Fahrenheit's, Reaumür's, de l'Isle's, Celſius's Skalen anzeigen, ſo müſſen in jenen allgemeinen Formeln für m, d, x und μ, δ, ξ die gehörigen Werthe ſubſtituiret werden. Hierbey tritt nun noch der Vortheil ein, daß man die Brüche $\frac{m}{\mu}$ und $\frac{\mu}{m}$, wenn es möglich iſt, in ihre kleinſten Zahlen ausdrücken kann, wodurch man folgende ſehr einfache Formeln findet:

$$F = \tfrac{9}{4} R + 32 \qquad I = 150 - \tfrac{15}{8} R$$
$$F = 212 - \tfrac{6}{5} I \qquad R = \tfrac{4}{5} C$$
$$F = \tfrac{9}{5} C + 32 \qquad C = 100 - \tfrac{2}{3} I$$

Solche Formeln, welche zur Verwandlung der Thermometergrade dienen, hatte im Jahre 1754 Heinſius Wink-

Winklern mitgetheilet, welche ſich in des letztern Sch
ten α) finden. Auch Käſtner β) handelt von dieſem
genſtande.

Es iſt hieraus leicht begreiflich, wie ſich Tafeln zu V
gleichung der Thermometer machen laſſen, dergleichen m
viel gedruckt und in Kupfer geſtochen findet, z. B. be
Martine γ), Braun δ), Strohmeyer ε), P. Hell
im Journal de phyſique η) und vollſtändiger, als ſo
irgendwo, beym van Swinden θ), wo Nachricht
und wo ſie Statt finden, Vergleichungen von 72 verſchie
nen Thermometern, die metalliſchen nicht mit gerechn
vorkommen.

Aus jenen ſehr einfachen Gleichungen laſſen ſich n
folgende ſehr bequeme Ausdrücke zu Vergleichung v
F, R, I, C ableiten:

$$4F - 9R = 128 \qquad 8I + 15R = 1260$$
$$5F + 6I = 1060 \qquad 5R - 4C = 0$$
$$5F - 9C = 160 \qquad 3C + 2I = 300.$$

Exemp. Es iſt die Frage, wie viel betragen 8
Fahrenh. Grade nach der Reaumüriſchen Skale? Die e
ſtere der vorſtehenden Gleichungen gibt $4 \cdot 86 - 9R =$
128, und $9R = 344 - 128 = 216$, und $R = \frac{216}{9} = 24$ Grad

Herr Kranz ι) hat ſolche Gleichungen zur Reductio
der Thermometergrade auf andern Skalen zuerſt gebrauche
ohn

α) Philoſoph. contempl. Tom. III. phyſica, §. 1634. Anfangsgründ der Phyſik. Leipz. 1754. 8. §. 124 f.

β) Abhandlung von Höhenmeſſungen mit dem Barometer in de Anmerk. zur Markſcheidekunſt, S. 361. 372 u. f. Anfangsgr der angewandten Mathematik, 4te Aufl. 1792. Zugabe zur Aero metrie, S. 390 f.

γ) Diſſert. ſur la chaleur avec des obſervations nouvelles ſur la con ſtruct. et comparaiſon des thermomètres. trad. de l'Anglois à Paris 1751. 12.

δ) Harmonia ſcalarum in nov. commentat. Petropol. Tom. VII.

ε) Anleit. übereinſtimmende Thermometer zu verfertig. Gött. 1775. 8.

ζ) Ephemerid. Vienn. 1764. p. 164. 243.

η) Vol. XVI. 1773.

θ) Diſſert. ſur la comparaiſon des thermomètres. Amſt. 1778. 8.

ι) Geſchichte der Aeroſtatik, Th. I. S. 100. ingl. Anhang zur Ge ſchichte der Aeroſtatik, S. 45. 50. 51.

ohne jedoch die Art, wie ſie gefunden werden, zu erwähnen. Sie laſſen ſich auch ſehr leicht aus der Gleichung A) herleiten.

Exemp. Herr de Lüc bedienet ſich zur Berichtigung der Barometerhöhen wegen der Wärme des Queckſilbers einer Thermometerſkale, welche zwiſchen Eis- und Siedpunkte 96 Grade, und beym Gefrierpunkte — 12 hat; man ſucht die Vergleichung zwiſchen dieſem und dem Reaumüriſchen Thermometer. Man bezeichne den Grad der de Lüc'ſchen Skale mit L, ſo hat man $m = 96$, $\mu = 80$, $x = L$, $\xi = R$, $d = 12$ und $\delta = 0$, dieſe Werthe in die Gleichung A) geſetzt geben

$$96\ R = 80\ L + 960 \text{ oder}$$
$$6\ R - 5\ L = 60.$$

Bey allen bisher angeſtellten Vergleichungen durch Formeln und Tafeln wird aber nothwendig vorausgeſetzet, daß in beyden Thermometern die feſten Punkte vollkommen gleich beſtimmt, und der Gang der Materien, womit ſie gefüllt ſind, genau derſelbe ſey. Dieſe Bedingungen laſſen ſich ſchwerlich anders, als bey Thermometern von der nämlichen Materie erreichen. Wären ſie mit verſchiedenen Flüſſigkeiten angefüllt, ſo bleibt die Vergleichung nach dieſer Methode unſicher.

Daß übrigens das Thermometer eine von den wichtigſten Erfindungen iſt, lehret der ſo häufige und mannigfaltige Gebrauch deſſelben. Der Phyſiker und Chemiker arbeitet nach der Anleitung, die ihm das Thermometer angibt, mit mehrerer Gewißheit und beſſern Erfolg, und der Meßkünſtler wird dadurch in den Stand geſetzt, es zu einem ſehr hohen Grade der Schärfe bey ſeinen Meſſungen zu bringen, weil ihm die Fehler dadurch offenbar werden, welche von den Veränderungen der Werkzeuge wegen veränderter Temperatur der Luft herrühren. Ueberdieß erſtreckt ſich der Gebrauch des Thermometers in der Medicin, Diaetetik und Oekonomie überaus weit; denn eben hierdurch iſt man erſt im Stande, in Krankenzimmern, in Wohnzimmern, in Gewächshäuſern u. ſ. f. die in jedem Falle zuträgliche Temperatur

peratur zu wege zu bringen. Unter der ſehr großen Meng von Skalen ſind aber doch die gewöhnlichſten in Deutſch land, Frankreich, England, in der Schweiz, Rußland un Schweden die Fahrenheitſche, Reaumüriſche, de l'Isle'ſch und die von Celſius. Hieraus erhelle alſo die Nothwe digkeit der Reduktion dieſer üblichen Skalen.

Außer den bisher angegebenen Eigenſchaften eines viel als möglich vollkommenen Thermometers, kömmt es au noch vorzüglich auf die Beſchaffenheit der Kugel und Röhr und auf die Verfertigung ſelbſt des Thermometers an, dem davon die größere oder geringere Empfindlichkeit deſſe ben abhängt. Zu den Queckſilberthermometern werden d Glasröhren am bequemſten von $\frac{1}{4}$ Linie, zum Weingei thermometer aber $\frac{1}{3}$ Linie Weite im Lichten, und $\frac{1}{4}$ Li Glasdicke gewählet. Auf der Glashütte läßt man ſie gleich an beyden Enden zuſammendrücken, und bricht erſt beym Gebrauche auf, um Feuchtigkeit und Staub zuhalten. Sie müſſen ſo viel als möglich eine Weite ſitzen, die durchgehends gleich iſt, welches man durchs C libriren unterſuchet *). Man bringt nämlich entwe durchs Saugen, oder noch beſſer durchs Einſenken in tiefes Gefäß, etwas Queckſilber hinein, ſo daß durchs V ſchließen der obern Oeffnung beym Herausnehmen eine gefähr zwey Zoll hohe Queckſilberſäule darin hängen blei hiernächſt läßt man dieſe durch die ganze Röhre hind laufen, und mißt dabey mittelſt eines richtig verzeichn Maßſtabes, ob die Queckſilberſäule allenthalben eine Länge behält. Was die Länge der Röhre ſelbſt betr ſo iſt dieſe an ſich willkürlich; zum gewöhnlichſten Gebra iſt eine von 9 Zoll Länge zureichend, indem dieſe über Theile von einer Linie, 200 von $\frac{1}{2}$ Linie u. ſ. f. Länge ſ Würden hingegen die Theile oder Grade von größerer L als die von einer Linie nothwendig erfordert, ſo ſieht wohl, daß alsdann längere Röhren gewählet werden mü

*) Nollet leçons de phyſique experim. ed. Amſt et Leipſ. 17 Tom. IV. p. 376.

An die Röhre muß nun vor allen Dingen das Gefäß angeblaſen werden. Kugeln ſind hierzu am ſchicklichſten. Man hat zwar Cylinder dieſerwegen vorziehen wollen, weil ſie durch Vergrößerung ihrer Fläche mehr Empfindlichkeit beſäßen; allein gehörig eingerichtete Kugeln werden ſchon empfindlich genug ſeyn. Luz führet an, daß er Weingeiſtthermometer mit Cylinder wegen ihrer zu großen Empfindlichkeit nie habe dahin bringen können, daß ſie die Siedhitze des Waſſers ausgeſtanden hätten. Nach Magellan *) ſoll die in der fig. 7. vorgeſtellte Geſtalt a b c d manche Vorzüge vor Gefäße von andern Formen haben, theils wegen der großen Empfindlichkeit, theils weil ſie ſich ſehr leicht verfertigen läßt. Denn wenn die Seite e der angeſchmolzenen Kugel a b c e glühend gemacht, und alsdann an der Oeffnung der Röhre geſauget wird, ſo druckt ſich der Theil a e c hinein, und das Gefäß erhält die angezeigte Form. Allein durchs Saugen wird Feuchtigkeit in die Röhre gebracht, und der Inhalt ſolcher Gefäße läßt ſich nicht leicht beſtimmen; daher iſt es rathſamer, bey der Kugel ſtehen zu bleiben. Alles kömmt nur hierbey darauf an, daß die Kugel die gehörige Größe beſitze. Luz gibt folgende Regel: wenn ein Queckſilberthermometer vom Siedpunkte bis — 30 Grade nach Reaumür reichen ſolle, ſo müſſe der Inhalt der Kugel k 47 Mahl größer als der von der Röhre ϱ ſeyn, mithin $k = 47\,\varrho$. Soll aber das Thermometer vom Siedpunkte des Queckſilbers bis — 30 Grad gehen, ſo müſſe $k = 18\,\varrho$ ſeyn.

Auf folgende Art läßt ſich die Regel allgemeiner und genauer beſtimmen. Man ſetze, der liquor im Thermometer dehne ſich vom Eispunkte bis zum Siedpunkte um $\frac{1}{\nu}$ ihres Volumens aus, und dieſer Fundamentalabſtand halte α Grade. Wenn alsdann die Röhre überhaupt ν ſolcher Grade faſſen ſoll, ſo daß μ Grade vom Eispunkte an bis zur Kugel zu rechnen ſind, ſo muß ſich der ganze Inhalt der Röhre ϱ zu dem Inhalte desjenigen Theils, welcher

*) Beſchreibung neuer Barometer a. d. Engl. Leipz. 1782.

welcher zwiſchen dem Eispunkte und der Kugel ſich befi
verhalten, wie $\nu:\mu$, folglich der Inhalt des zuletzt gel

ten Theils $= \frac{\mu}{\nu} \cdot \varrho$ ſeyn.

Dieſen Theil nebſt der Kugel füllt nun der Liquor
Thermometers bey der Temperatur des Eispunktes
oder es iſt

$$\frac{\mu}{\nu} \cdot \varrho + k = \frac{\mu\varrho + \nu\mu}{\nu}$$

Von dieſem Volumen beträgt der Fundamentalabſtand

mithin ein jeder Grad $\frac{1}{\alpha\gamma}$, und die ganze Röhre ſel

welche ν Grade beſitzt, $\frac{\nu}{\alpha\gamma}$; folglich iſt

$$\varrho = \frac{\nu}{\alpha\gamma} \cdot \frac{\mu\varrho + \nu k}{\nu} = \frac{\mu\varrho + \nu k}{\alpha\gamma}$$

woraus ſich ergibt $(\alpha\gamma - \mu)\,\varrho = \nu k$ und
$\varrho : k = \nu : \alpha\gamma - \mu$.

Exemp. Das Queckſilber dehnt ſich vom Eiſe bis zu
Siedpunkte um $64 = \gamma$ aus. Wenn nun die Skale
Grade, und überdem der Theile vom Eispunkte bis an d
Kugel 30 Grade haben ſoll, ſo hat man

$\varrho : k = 80 + 30 : 80 . 64 - 30 = 1 : 46\frac{3}{11}$ (nach Luz 47
Wenn aber die Röhre den Siedpunkt des Queckſilbers e
reichen, oder bis 255 Grad gehen ſoll, ſo ergibt ſich

$\varrho : k = 255 + 30 : 80 . 64 - 30 = 1 : 17\frac{6}{7}$ (nach Luz 18

Auf dieſe Art läßt ſich alſo das Verhältniß der Inhal
der Röhre und des Gefäßes ſehr leicht beſtimmen. Wär
das Gefäß eine Kugel, ſo kann alsdann auch der Durch
meſſer x gefunden werden, wenn die Länge der Röhre $= \lambda$
und der Durchmeſſer des Queerſchnittes im Lichten $= \delta$ ge
geben ſind. Denn alsdann hat man nach geometriſche
Gründen

ϱ:

$$\varrho : k = \tfrac{1}{4}\,\pi\lambda\delta^2 : \tfrac{1}{6}\,\pi x^3$$
$$= \tfrac{3}{2}\,\lambda\delta^2 : x^3 = \nu : \alpha\gamma - \mu$$

mithin $x^3 = \frac{3\lambda\delta^2}{2\nu}.(\alpha\gamma - \mu)$ und

$$x = \sqrt[3]{\left(\frac{3\lambda\delta^2}{2\nu}.(\alpha\gamma - \mu)\right)}.$$

Herr de Lüc *) führet eine Formel von Durand an, welche nicht ſo einfach ausgedrückt iſt, und doch nur in dem Falle, wenn $\nu = \alpha + \mu$, oder wenn keine Grade über den Siedpunkt hinausgehen, ihre Richtigkeit hat. In dem von ihm beygebrachten Beyſpiele ſollen 20 Grade unter dem Eispunkte ſeyn, mithin $\varrho : k = 80 + 20 : 80.64 - 20 = 1 : 51$. Betrüge nun die Länge der Röhre $\lambda = 107$ Linien, der Durchmeſſer des Querſchnittes im Lichten $\delta = \frac{1}{4}$ Linie, ſo hat man $\frac{3}{2}\lambda\delta^2 = \frac{3}{2}.107.\frac{1}{16} = 10\frac{1}{32}$; mithin $x^3 = 51.10\frac{1}{32}$, oder beynahe 512, und $x = 8$, alſo müßte der Durchmeſſer der Kugel 8 Linien betragen.

Die Künſtler, welche ſich mit Verfertigung der Thermometer beſchäftigen, machen doch keinen ſonderlichen Gebrauch von ſolchen Regeln, weil es eben ſo leicht nicht iſt, den Durchmeſſer der engen Röhre genau zu meſſen. Herr de Lüc bemerket, durch Uebung erhalte man ſchon eine Fertigkeit, die richtige Größe der Kugel auch ohne Rechnung zu treffen. Herr Luz gibt den Rath, mehrere Kugeln bereit zu halten, und bey jeder zu erforſchen, wie viel Queckſilber dem Gewichte nach hineingehe. Hat man alsdann das Verhältniß $\varrho : k$ nach irgend einer Regel gefunden, ſo kann man zuerſt die Röhre leer, alsdann mit Queckſilber angefüllt, abwiegen. Daraus ergibt ſich die Menge des Queckſilbers, welche die Röhre faſſet. Hieraus läßt ſich alsdann leicht vermittelſt des Verhältniſſes $\varrho : k$ berechnen, wie viel Queckſilber in die Kugel gehen müſſe. Das gefundene Reſultat zeigt, was für eine Kugel von den in Bereit-

*) Unterſuchung über die Atmoſphäre a. d. Franz. B. I. S. 611.

Bereitſchaft liegenden gewählet werden müſſe, welche die Röhre angeſchmolzen wird.

Hat man auf dieſe Weiſe die Röhre mit der daran ſchmolzenen Kugel verfertiget, ſo muß nun das Thermometer mit der flüſſigen Materie gefüllt werden. Dieſe Art iſt aber etwas mühſam, beſonders bey Queckſilberthermometern, wegen der zu engen Oeffnung der Röhre. Hierbey kommt es vorzüglich auf gewiſſe durch Uebung erlernte Handgriffe an, die man ſich ſehr bald zu eigen machen kann. Herr Gehler *) erhielt von einem ſeiner Freunde eine Methode, die Queckſilberthermometer zu füllen, welche vor allen andern zu empfehlen iſt. Sie beſteht im folgenden: wenn an der Röhre die Kugel angeſchmolzen iſt, ſo wird alsdann an das andere Ende der Röhre (fig. 8.) eine noch etwas größere Kugel angeſchmolzen, welche ſich in eine etwa 4 Zoll lange feine Röhre endiget. Hiernächſt erhitzt man die beyden Kugeln über Kohlen, damit die innere Luft zum Theil herausgehe, taucht die kleine Oeffnung a in ein Gefäß mit deſtillirtem Queckſilber, welches durch den äußern Druck der Atmoſphäre, wenn ſich die beyden Kugeln wieder erkalten, hineingetrieben wird; durch Wiederholung dieſer Arbeit füllt man die untere Kugel beynahe ganz und die obere etwa zu $\frac{1}{3}$ an. Nunmehr wird an b d der Eiſendrath b c d befeſtiget, und das Thermometer ſo auf glühende Kohlen gelegt, daß die beyden Kugeln mit der dazwiſchen liegenden Röhre unmittelbar dem Kohlenfeuer ausgeſetzet ſind, und die Oeffnung a etwas höher, als der untere Theil, zu liegen kommt. Hierbey muß man aber Acht haben, daß das Feuer allenthalben gleichförmig brenne, damit das Queckſilber an allen Stellen zugleich zu kochen anfange. Wenn es nun etwa auf dieſe Art $\frac{1}{2}$ Minute lang gekocht hat, ſo hält man zuerſt an die Oeffnung a eine Siegellackſtange, damit ſie dadurch verſchloſſen werde, und nimmt dann das Thermometer vom Kohlenfeuer hinweg.

Beym

*) Phyſikaliſches Wörterbuch, B. V. S. 886.

Beym Erkalten wird auf dieſe Weiſe der Raum zwiſchen a und dem Queckſilber luftleer.

Der Eis- und Siedpunkt läßt ſich nun ſehr leicht beſtimmen; und an die Sellen, wohin man ſie haben will, bringen, ohne daß man nöthig hätte, a wieder zu öffnen, und Queckſilber aus der Röhre wieder heraus zu ſchaffen; denn alles überflüſſige Queckſilber geht in die obere Kugel bey b, und behält es beſtändig darin, indem man das ganze Thermometer beym Erkalten auf die Seite legte.

Hat man nun die feſten Punkte beſtimmt, ſo ſchmelzt man über einer Lampe die Röhre von der oberen Kugel ab, und zugleich zu. Sie muß aber nicht abgebrochen werden, weil dadurch wieder Luft in die Röhre kommen würde, welches bey einem vollkommenen Thermometer zu vermeiden iſt. Uebrigens verſteht ſich von ſelbſt, daß man vor der Auskochung ſchon das gehörige Verhältniß der Kugel zur Röhre beſtimmt und getroffen haben muß. Der Eiſendrath a b c dienet bloß dazu, die Röhre über dem Feuer bequem regieren zu können, und wird nach beendigter Arbeit abgenommen.

Die Vortheile bey dieſem Verfahren ſind ſehr einleuchtend. Dadurch erhält man nicht nur das Thermometer völlig luftleer, indem die Queckſilberdämpfe die leeren Theile der Röhre und Kugel ganz ausfüllen, ſondern es treiben auch dieſelben alle Waſſerdämpfe während des Kochens, wie aus einer Aeolipile, mit Gewalt, heraus, ſo daß man nicht einmahl nöthig hat, die Röhre nachher zu trocknen.

Mit weit geringerer Mühe laſſen ſich die Weingeiſtthermometer füllen, indem man die Kugel erhitzt, und hierauf das offene Ende in ein Gefäß mit Weingeiſt bringt. Durch dieß wiederholte Verfahren füllen ſich Kugel und Röhre an, und die Luftblaſe in der Kugel treibt man heraus, wenn man am obern Ende der Röhre einen Bindfaden bindet, und daran das Thermometer herumſchwenkt, wobey der Schwung den Weingeiſt in die Kugel treibt, und die Luftblaſe verdrängt.

Strohmeyer thut den Vorſchlag, die Queckſilb thermometer auf die nämliche Art zu füllen, vorher a das Queckſilber in einem beſondern Gefäße zu kochen. All Herr Luz zeiget ganz richtig, daß ſich die Kugel auf d Weiſe nicht ganz fülle, und daß die Abweichungen, wel Strohmeyer für Mängel luftleer gemachter Thermome betrachtet, vielmehr ihren Grund in dieſer unrichtigen M thode des Füllens haben.

Dücreſt ließ in ſeinen Weingeiſtthermometern L über dem Liquor, um ſie dadurch fähig zu machen, daß die Siedhitze des Waſſers annähmen. Dieſerwegen ſchme er die Röhre zu, wenn der Weingeiſt auf dem Punkte ſein gemäßigten Temperatur ſtand. Allein Durands Methoc welche de Lüc beſchreibet, hat vor dieſer einen Vorzug es wird nämlich dabey ein luftleerer Raum über dem Wein geiſt gelaſſen, in welchen aus demſelben Luftblaſen aufſte gen, wodurch er die Fähigkeit erlangt, nach und nach im mer mehr Hitze anzunehmen. Herr Luz findet jedoc dieſe Methode ſehr ſchwer, und gibt daher drey Arten an luftleere Weingeiſtthermometer zu verfertigen, ſo daß ſi die Hitze des ſiedenden Waſſer aushalten. Dücreſt's Me thode hat indeſſen Veranlaſſung gegeben, den luftleeren Raum über der flüſſigen Materie im Thermometer als unnö thig zu betrachten, und man hat ſogar den luftvollen Queck ſilberthermometern für andere einen Vorzug geben wollen.

Strohmeyer tadelt die luftleeren Thermometer vorzüglich dieſerwegen, daß das Queckſilber beym Umkehren und Schütteln ſehr heftig an das obere verſchloſſene Ende anſtoße, und ſich gewöhnlich eine Blaſe oder ein leeres Räumchen zwiſchen Kugel und Röhre ſetze. Allein Luz führet die Bemerkung an, daß erſteres wenig auf ſich habe, und das zweyte nur bey den nach der Strohmeyerſchen Methode verfertigten Thermometer Statt finde. Luz zeiget ferner, daß Strohmeyers Weingeiſtthermometer, die er für luftleer ausgibt, wirklich nicht luftleer geweſen ſind, und daß in luftleeren Thermometern bey einem hohen Stande

der

der flüſſigen Materie die Luft ſo viel Elaſticität erhalte, daß ſie die Kugel entweder zerſprenge, oder doch wenigſtens ausdehne, oder die flüſſige Materie zuſammen drucke, welche folglich in luftvollen Thermometern alle Mahl niedriger als in luftleeren ſtehe.

Wenn nun auf die angezeigte Art die feſten Punkte am Thermometer beſtimmt ſind, ſo wird es an ein mit Papier überzogenes Bret gebracht, wozu de Lüc der Länge nach geſpaltenes Tannenholz empfiehlt. Auf dieſem Brete werden nun zuförderſt die beyden feſten Punkte bemerket, ihre Entfernung von einander in gehörige Theile abgetheilet, und die Skale ſo verzeichnet, daß die Theilſtriche auf dem ebenen Brete hinter der Thermometerröhre hindurch gehen. Auch kann man noch mehrere Skalen daneben zeichnen, und daben die merkwürdigſten Temperaturen mit wenigen Worten angeben. Uebrigens wird alsdann alles mit einem Copalfirniß überzogen.

Das Thermometer ſelbſt wird mit Drathen an dem Brete befeſtiget, die durch eingeborte Löcher an zwey Orten feſt zuſammengedrehet ſind. Damit aber die Röhre nicht herabſinke, wird gemeiniglich unter die Kugel eine kleine Unterſtützung von Holz gemacht. Es gibt jedoch Fälle, wo die Kugel ganz frey ſeyn muß, damit ſie die Temperatur der Luft ungehindert annehmen kann. Das Bret wird alsdann unten um die Kugel herum ausgeſchnitten, und man verhindert das Sinken der Röhre, indem man ſie unmittelbar über dem obern Hefte mit einem mittelſt Wachs beſtrichenen Faden umwickelt.

Um die Temperatur der Luft mittelſt des Thermometers zu beobachten, muß es an einem freyen Orte, am beſten in einem Garten u. dergl. aufgehangen, und durch ein Obdach gegen Regen und Sonnenſtrahlen geſchützet werden. Im Hauſe muß man hierzu den freyeſten Ort gegen Norden ausſuchen, welcher von den Fenſtern geheitzter Zimmer entfernet, und ſo gelegen ſeyn muß, daß auch keine reflektirte Sonnenſtrahlen dahin kommen. Will man aber die Wärme im

Sonnenſcheine, die Wärme einer flüſſigen Materie, die menſchlichen Körpers u. dergl. beobachten, ſo muß man Thermometer vom Brete abnehmen, und ſeinen Stand einem Faden oder Läufer von Federkiel bemerken.

Die Beobachtung am Thermometer ſelbſt geſchieht der vertikalen Stellung desſelben. Die horizontale S lung, welche von einigen dieſerwegen iſt vorgeſchlagen w den, damit ſich die flüſſige Materie nicht durch die Höhe rer Säule zuſammendrucke, erfordert luſtvolle Werkzeu und würde beym Weingeiſte wegen des Anhängens am G Unrichtigkeiten veranlaſſen. Bey der wirklichen Beoba tung muß das Auge mit der Oberfläche der flüſſigen Ma rie genau in einerley horizontalen Ebene liegen, um die ſo entſtehende Parallaxe zu vermeiden. Man kann ſich ve chert halten, daß das Auge alsdann die rechte Stellung h wenn auf dem ebenen Brete die Theilſtriche der Skale hin der Röhre weggehen, und der einzige, welcher von den der Röhre ſich abſpiegelnden horizontal erſcheinet, an d Oberfläche der flüſſigen Materie ſtehet; dieſer Strich zei den richtigen Grad an.

Zuletzt hat man noch auf die Ausdehnung des Glaſ und des Bretes ſelbſt zu ſehen. Die engliſchen Gelehrten ſchreiben hierzu nach Smeaton's Verſuchen folgende Reg vor. Die Temperatur, bey der die Röhre an die Skale befeſtiget worden, ſey $= \alpha$, der zu einer gewiſſen Zeit beo achtete Grad $= \delta$, und derjenige Grad, bey dem die Röh an der Skale feſt iſt, $= \varphi$, ſo iſt der beobachtete Grad u

$$\frac{(\delta - \varphi)\ (\delta - \alpha)}{\mu}$$ zu vergrößern.

Für eine Skale von Meſſing iſt $\mu = 165000$, für eine vo Holz iſt $\mu = -216000$, mithin wäre die Zahl des beobacl teten Grades zu vermindern. Uebrigens begreift ein jede ſehr leicht, daß ſich dieſer Ausdruck in eine negative Größ verwandelt, mithin die Vergrößerung eigentlich eine Ve minde

*) Philoſoph. Transact. Vol. LXVII. P. II. n. 37.

minderung wird, wenn der Zähler negativ iſt, u. ſ. w. Bey den gewöhnlichſten Beobachtungen wird der Ausdruck $\delta - \alpha$ beſtändig ſehr klein ausfallen, und die ganze Berichtigung ſo klein ſeyn, daß ſie weiter nicht zu achten iſt.

Daß die Queckſilberthermometer vor allen andern Vorzüge haben, iſt gar keinem Zweifel unterworfen. Deſſen ungeachtet empfiehlt ſelbſt Herr de Lüc zum gewöhnlichen Gebrauche der Witterungsbeobachtungen die Weingeiſtthermometer, weil ſie ſo wohlfeil, ſo leicht zu füllen, und wegen des gefärbten Liquors dem Auge angenehm ſind. Er verlangt aber, daß ſie nach einem Normalthermometer vom Queckſilber graduiret werden, mithin ungleiche Grade behalten ſollen. Das letztere würde nun freylich ſchwerlich zu erhalten ſeyn, wenn man es den Künſtlern allein überlaſſen wollte. Dagegen ſchlägt Herr Luz Thermometer mit Salmiakgeiſt vor, welcher faſt einerley Gang mit dem Weingeiſte habe, und durch zugeſetzten Grünſpan eine ſehr ſchöne und dauerhafte blaue Farbe annehme.

Das bisher Angeführte wäre das wichtigſte und nöthigſte, was bey einem ſo viel als möglich vollkommenen Thermometer erfordert wird. Es bleibt nun noch übrig, auch etwas von den Luft- und Metallthermometern beyzufügen. Es iſt gar keinem Zweifel unterworfen, daß die Luft vor allen andern flüſſigen Materien die geſchickteſte wäre, die verſchiedenen Wärmegrade zu beſtimmen, weil ſie für die Wärme die empfänglichſte unter allen iſt, wenn man nur von dem Satze, auf welchem ſich die Verfertigung der Luftthermometer gründet, evident überzeuget ſeyn könnte. Daniel Bernoulli *) nahm nämlich folgenden Grundſatz an: bey gleicher Dichte der Luft verhalte ſich die Wärme, wie ihre Elaſticität, welcher Satz nichts weiter ſagen will, als die Wärme verhalte ſich wie die ſpecifiſche Elaſticität.

Aus dieſem von Bernoulli zuerſt zum Grunde gelegten Satze läßt ſich folgender als eine ſehr leichte Folge ableiten: bey gleicher Maſſe der Luft, und bey gleichem

*) Hydrodynamica. Sect. X. §. 8.

Drucke wächſt die Wärme im Verhältniſſ Raums, durch welchen ſie die Luft ausdeh daß bey gleichem Raume und Drucke die Dichtigkeit ſi gekehrt wie die Wärme verhält. Würde daher ei ſtimmte Luftmaſſe bey einerley Druck durch eine g Wärme in einen doppelten Raum ausgedehnet, ſo auch eine noch einmahl ſo große Kraft erfordert, ſie i vorigen Raum zu bringen. Eben dieſe Sätze hat auch bert *) angenommen, und, wenn ſie in der Natur w Statt fänden, ſo würde man Luftthermometer zu bringen können, welche etwas mehr als wirkliche Thermo wären.

Durch Hülfe dieſer Grundſätze hätte man alſo ein tel, einen Grad der Wärme mit dem andern zu verglei und von der eigentlichen Größe einer jeden andern W zu urtheilen, wenn ein beſtimmter Wärmegrad ein für Mahl als die Einheit oder das Maß wäre feſtgeſetzet den. Zu ſolcher Abſicht ſchlägt Bernoulli den Grad Hitze des ſiedenden Waſſers vor. Er fand, daß zu Pe burg die Wärme des ſiedenden Waſſers, die größte S merwärme der Luft, und ihre geringſte Wärme bey der g ten Winterkälte ſich faſt, wie die Zahlen, 6, 4, 3 verhiel

Ein ſolches Luftthermometer ließe ſich folgender Ma zu Stande bringen, wenn man die Oeffnung (fig. 9.) h Gefäßes an einem gewöhnlichen unten aufwärts gekrümm Gefäßbarometer zuſchmelzte. Die Vollkommenheit ei ſolchen Luftthermometers beruhet beſonders darauf, daß der Torricelliſchen Leere nicht die geringſte Luft zurückgebl ben ſeyn muß. Die in dem Raume e h f eingeſchloſſene Lu wird bey größerer Wärme eine größere, bey geringer Wärme eine niedrigere Queckſilberſäule tragen; und wen der Durchmeſſer des Gefäßes in Vergleichung mit der Wei der Röhre ſehr groß iſt, ſo bleibt der Raum, welchen di Lu

*) Abhandlung von den Barometerhöhen und ihren Veränderungen in den Abhandl. der churbayerſchen Akad. der Wiſſenſchaften B. III. Th. II. S. 89 f.

Luft ausfüllt, mithin ihre Dichtigkeit, in beyden Fällen beynahe einerley. Demnach verhält ſich die Höhe dieſer Queckſilberſäule beynahe wie die zugehörige Wärme. Hermann α) ſchlug dieſe Einrichtung vor, um dadurch mittelſt einer Formel die mittlere Geſchwindigkeit der Theilchen zu beſtimmen, in deren Bewegung er nach dem Carteſianiſchen Syſteme das Weſen der Wärme und Elaſticität ſetzte.

Bey dieſer Einrichtung blieb aber doch der Fehler, daß die eingeſchloſſene Luft bey jeder verſchiedenen Wärme nicht genau einen Raum von einerley Größe behielt. Daher ſchlägt Daniel Bernoulli β) vor, das Thermometer vertikal in ſiedendes Waſſer zu bringen, und die Stelle m der Röhre zu bemerken, bey welcher die höchſte Fläche des Queckſilbers ſtehen bleibt; hiernächſt aber das Inſtrument ſo einzurichten, daß man die Röhre a b an der Tafel in jede ſchiefe Lage e n bringen könne. Man nehme an, bey geringerer Wärme als die des ſiedenden Waſſers ſtehe das Queckſilber in der vertikalen Röhre nur bis g; alsdann neige man die Röhre ſo lange, bis das Queckſilber nach n kommt, ſo daß e n = e m iſt. In dieſer Lage enthält nun die Röhre eben ſo viel Queckſilber, als e m enthält; mithin iſt auch im Gefäße eben ſo viel Queckſilber, als bey der Zubereitung des Inſtrumentes im ſiedenden Waſſer darin war, und folglich bleibt der Raum immer einerley. In dieſem Falle verhält ſich nun die Hitze des ſiedenden Waſſers zur gegenwärtigen Wärme, wie die Höhe e m zur Höhe q n.

Da der Grad der Siedhitze des Waſſers nicht jederzeit vollkommen übereinſtimmig gefunden wird, ſo kann man auch jeden andern Wärmegrad für die Einheit oder das Maß annehmen, und auf folgende Art völlig übereinſtimmende Luftthermometer verfertigen. Bey gleicher Dichte und Elaſticität iſt die Wärme der Luft einerley. Man nehme alſo diejenige Wärme für die Einheit an, welche in der Luft bey einer gewiſſen Dichte und Elaſticität Statt findet,

 z. B.

α) Phoronomia Lib. II. cap. XXIV. prop. 85. ſchol. p. 377.
β) Hydrodynamica l. c.

z. B. diejenige, bey welcher das Barometer 28 Zo
ſtehet, und ein Cubikfuß Luft 600 Grän wieget. B
wirklichen Verfertigung eines Luftthermometers muß
nun zuförderſt die Dichtigkeit der Luft zu derſelben Zeit
und zugleich den Barometerſtand beobachten. Hat
nun die Röhre gehörig mit Queckſilber gefüllt, und
ſchmolzen, ſo muß man vor allen Dingen an der
einen Punkt n bemerken, welchen das Queckſilber bey
gewiſſen Grade der Hitze erreichet. Wäre alsdann zu
dieſes Verſuchs ein Cubikfuß Luft 500 Grän ſchwer, un
Barometerſtand 29 Zoll hoch gefunden worden, ſo
man hierauf die Röhre, bis das Queckſilber die Ste
erreichet, und bemerke die Höhe n q, ſo gehöret dieſe
der Wärme der Luft zu, die bey derſelben Statt hat, n
ein Cubikfuß 500 Grän wiegt, und das Barometer 29
hoch ſteht. Hieraus ergiebt ſich leicht die derjenigen Wä
zugehörige Höhe, welche das Maß jeder andern Wä
ſeyn ſoll. Bey dieſer ſoll nämlich das Barometer 28
hoch ſtehen, und ein Cubikfuß Luft 600 Grän wiegen.
ſey dieſe geſuchte Höhe $= x$, und die Höhe $= y$, welche
Wärme zugehöret, bey der die Dichtigkeit der Luft 500 G
iſt, und das Barometer 29 Zoll hoch ſtehet, ſo hat m

$$500 : 600 = nq : y$$

$$28 : 29 = y : x \text{ mithin}$$

$$x = \frac{29 \,.\, 600}{28 \,.\, 500} \,.\, nq = \frac{29}{28} \,.\, \frac{6}{5} \,.\, nq.$$

Wird nun dieſe Höhe x in 100 oder 1000 Theile getheile
ſo werden dieſe Theile Grade des Luftthermometers abgebe
und es werden die auf ſolche Art zubereiteten Thermomete
mit einander übereinſtimmen.

Weil es aber beſchwerlich iſt, die Röhre jedes Mahl i
eine ſchiefe Lage zu bringen, ſo hat der Hr. von Segner *)
eine verbeſſerte Einrichtung angegeben, und gezeigt, wie ſich
die Reduktion der Höhe e g auf n q durch Rechnung be-
werk-

*) Program. de aequandis thermometris aëreis. Gotting. 1739. 4.

werkſtelligen laſſe. Herr Lambert that den Vorſchlag, dieſes Luftthermometer, wenn es mit dem Barometer gehörig verbunden wird, als Hygrometer zu gebrauchen. M. ſ. Luft.

Nachher iſt aber Herr Lambert *) wieder zu den leichtern Gebrauch des Amontons'ſchen Luftthermometers zurückgegangen, nur änderte er die Skale (fig. 5.) f b, welche er nicht, wie Amontons, in Zolle, ſondern in Grade theilte, wovon ein jeder $\frac{1}{1000}$ deßjenigen Raumes ausmacht, den die Luft in der Kugel e d bey der Temperatur des thauenden Eiſes einnimmt. Dieſe Einrichtung gab er ſeinem Luftthermometer durch genaue Abwägung des Queckſilbers, welches in der Röhre und Kugel Platz hatte, und durch ſorgfältiges Calibriren aller Theile der Röhre. Auch ſah er dabey auf die Wirkung des Drucks der Atmoſphäre, und der Verlängerung und Verkürzung der Queckſilberſäule ſelbſt, bey veränderter Wärme. Nach allen dieſen Berichtigungen leitete er endlich aus ſeinen mühſamen Verſuchen dieſes Reſultat ab, daß ſich die Luft, wenn man ihr Volumen bey der Temperatur des thauenden Eiſes = 1000 ſetzt, in der Hitze des ſiedenden Waſſers bis zum Volumen 1375 oder um $\frac{375}{1000} = \frac{3}{8}$ ausdehne, wofür er aber hernach die Zahl 1370 annimmt. M. ſ. Luft (Th. III. S. 320.). Hr. Lambert gibt alſo dem Fundamentalabſtande ſeines Luftthermometers 370 Grade ſo, daß zum Froſtpunkte 1000, zum Siedpunkte aber 1370 geſetzet wird. Wenn man nun die vorhin angeführten Grundſätze als richtig annehmen könnte, ſo würden die Grade eines genau verfertigten Thermometers dieſer Art Verhältniſſe der wirklichen Wärme angeben; ſo müßte ſich die Wärme des frierenden Waſſers zur Wärme des ſiedenden wie 1 : 1,370 verhalten. Auch empfiehlt Lambert dieſes Thermometer als ein ſolches, welches Grade der wirklichen Wärme anzeige, und folglich eine an ſich ſelbſt verſtändliche Sprache führe.

*) Pyrometrie. Berlin 1779. 4.

Allein der Satz, daß ſich bey gleicher Dichte der Luft die Wärme, wie die Elaſticität verhalte, iſt ſchon nach der Theorie eben ſo wenig in aller Strenge wahr, als das Bayliche oder Mariottiſche Geſetz. Selbſt zwiſchen den Gränzen unſerer Verſuche beſtätigen es die Erfahrungen nicht. Man glaubte zwar, daß ſeine Richtigkeit ſich zum Theil auf theoretiſche Gründe, zum Theil aber auch auf Erfahrungen von Amontons, Lambert u. a. ſtütze; allein ſchon Roy's Verſuche (Th. III. S. 320.) und die von Luz angeführten ſcheinen das Gegentheil zu beweiſen; und die neuern Verſuche der Herren Morveau und Duvernois (Luft. Th III. S. 321. 322.) widerlegen es gänzlich, ſo daß wenig Hoffnung übrig bleibt, durch Amontons Luftthermometer wirkliche Grade der Wärme zu finden.

Wie aber dieß Werkzeug mit größern Vortheile als Maß der Ausdehnungen oder Dichtigkeiten eingeſchloſſener Luft bey bekannten Wärmegraden gebrauchet werden könne, iſt unter dem Artikel, Manometer, angeführet worden.

Außer den bisher erwähnten flüſſigen Materien, um mittelſt ſelbigen die verſchiedenen Wärmegrade mit einander zu vergleichen, hat man auch feſte Körper, beſonders Metalle, zu dieſer Abſicht in Anwendung gebracht. Solche Werkzeuge dienen vorzüglich, große Grade der Hitze damit anzuzeigen, da flüſſige Materien ſchon kochen würden. Man begreift ſie unter dem allgemeinen Nahmen Pyrometer. Anfänglich verſtand man zwar unter dem Nahmen Pyrometer nur ſolche Werkzeuge, welche zu Ausdehnungsmaßen bey ſchon bekannter Wärme dienen ſollten. M. ſ. Pyrometer. Jetzt iſt es aber gewöhnlich, überhaupt alle Vorrichtungen, welche zur Beſtimmung hoher Grade der Hitze gebrauchet werden ſollen, Pyrometer zu nennen. Herr Lambert unterſcheidet Thermometer und Pyrometer ſo von einander, daß jene nur die ſchwächeren Grade der Wärme, dieſe aber die unſerm Gefühle unerträglichen anzeigen ſollen. In dieſem Verſtande laſſen ſich die ſo genannten Metallthermometer, welche eigentlich zur Beſtimmung der Grade der Hitze die-

nen

nen ſollen, unter die Pyrometer rechnen; auch können die meiſten der unter dem Artikel, Pyrometer, angeführten Einrichtungen als Thermometer gebrauchet werden. Hier iſt nur noch etwas von den eigentlichen Metallthermometern anzuführen.

Im Jahre 1746 gab Cromwell Mortimer *) ein ſolches Metallthermometer an. Dieſes beſtehet aus einem runden eiſernen Stabe (fig. 10.) a b von $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer und 3 Fuß 1 Zoll Höhe, welches bey b in einem unbeweglichen Geſtelle befeſtigt iſt. Wenn nun dieſer Stab durch Hitze ausgedehnet wird, ſo erhebt er den kürzern Arm e g des um g beweglichen Hebels e g f. Am Ende des längern Armes bey f iſt ein Faden über die Rolle h geführet, welcher durch das Gewicht i geſpannt wird, ſo daß beym Herabſinken des Hebelarmes g f die Rolle h ſich drehen, und den damit verbundenen Zeiger h n umwenden muß, welcher auf der unbeweglichen Scheibe m n o die verlangten Grade angibt. So bald ſich der Stab wieder verkürzt, ſo wird durch das Gegengewicht l der Hebel bey e wieder herabgezogen, mithin bey f erhoben, wodurch das Gewicht i Freyheit erhält, die Rolle h zurück zu drehen, und den Zeiger h n in die vorige Lage zu bringen. Da bey dieſer Einrichtung e g ſehr kurz gegen g f, und die Rolle h gegen den Zeiger h n ſehr klein gemacht werden kann, ſo laſſen ſich auch geringe Veränderungen in Anſehung der Länge des Stabes a b bemerklich machen. Mortimer hat die Scheibe nach den Graden der Fahrenheitſchen Skale ſo bezeichnet, daß der Zeiger in horizontaler Lage auf 212 ſtand. Eine Erhebung von etwa 75° gab die Siedhitze des Queckſilbers, und eine Umdrehung durch 180° die Hitze des ſchmelzenden Goldes.

*) A diſcourſe concerning the uſefulneſs of thermometers in chemical experiments &c. with the deſcription and uſes of a metalline thermometer newly invented; in Philoſ. Transact. Vol. XLIV. n. 484. app. p. 672.

Eine andere Einrichtung dieſer Art, deren eigentlicher Erfinder ein gewiſſer Frotheringham in Holbrech war, führte ein Künſtler, John Ingram zu Spalding in Lincolſhire aus α). Bey dieſer erhebt auch ein eiſerner Stab durch ſeine Verlängerung einen Hebel der zweyten Art nahe bey deſſen Ruhepunkte. Auf eine ähnliche Art wird durch das Ende dieſes Hebels ein zweyter Hebel gehoben, und erſt dieſer dreht mittelſt eines an ſeinem Ende befeſtigten Fadens die Rolle mit dem Zeiger um. Bey der Verkürzung der Stange ſinken die beyden Hebel vermöge ihres Gewichtes zurück, und bringen den Zeiger in die vorige Lage. Dieß Werkzeug ward im Muſeum der Gentlemens ſociety zu Spalding aufbewahret, und ſoll mit Beobachtungen an andern Werkzeugen ſehr gut übereingeſtimmet haben.

Um die Veränderungen der Wärme noch merklicher zu machen, haben ſich einige ſtatt der Hebel Räderwerke bedienet. Dahin gehören die Metallthermometer von Fitzgerald β), von Zeiher γ) und vorzüglich vom Grafen von Löſer. Von der Gräflich-löſeriſchen Einrichtung hat Prof. Titius nach der eigenen Zeichnung des Grafen Nachricht ertheilet δ). Oben an dem eiſernen Cylinder (fig. 11.) ab befinden ſich die Hebel ad und ac, an welchen ein bleyernes Priſma de befeſtiget iſt, welches bey e mit dem Arme des obern bezahnten Sektors fpg in Verbindung ſteht. Dieſer Sektor iſt bey g um eine Achſe beweglich, und greift mit ſeinen Zähnen in das Getriebe l. Mit dieſem Getriebe iſt zugleich ein Stirnrad k verbunden, welches nicht allein das Getriebe m, woran der Zeiger mn ſteckt, ſondern auch das Stirnrad h, an deſſen Welle ſich der Zeiger io befindet, in Umlauf bringt. Dieß ganze Räderwerk iſt durch Bekleidungen, ſo wie ſolches die fig. 12. vorſtellet, umgeben, wo der Zeiger mn ſich auf einer großen Scheibe ſ, und der andere

α) Philoſoph. Transact. Vol. XLV. n. 485. p. 128.
β) Philoſoph. Transact. Vol. LI. P. II. p. 823.
γ) Nov. commentat. Petropol. Tom IX. p. 305.
δ) Thermometri metallici ab inuentore comitis *Löſeri* deſcriptio auct. *Dan. Titio.* Lipſ. 1765. 4.

dere Zeiger i o auf einer kleinern t herumbeweget. Die kleine Scheibe iſt in Grade getheilet, welche die Größe der Ausdehnungen in Graden der de l'Isl'ſchen Skale angeben; die größere hingegen iſt in 10 Theile getheilet, und bemerket Decimaltheile der Grade auf der kleinen Scheibe.

Ein anderes ſehr empfindliches Metallthermometer hat Herr Selter, Mechanikus zu Braunſchweig, zuſammengeſetzt *). Dieſes beſtehet aus zwey ſenkrechten cylindriſchen Stangen, die eine von Meſſing, und die andere von Eiſen, welche parallel neben einander herablaufen, wovon eine jede über 4 Fuß Länge bey 2½ Linie Durchmeſſer hat. Oben ſind ſie feſt an einander vernietet; unten iſt an der meſſingenen ein metallener Zeiger gegen drey Fuß lang feſt, welcher durch die eiſerne hindurch gehet. Wenn ſich nun die meſſingene Stange ausdehnet, ſo geht der feſte Punkt des Zeigers tiefer herab; da hingegen der längere Theil jenſeit beyder Stangen in die Höhe rücket, und bey einer ſehr geringen Ausdehnung einen großen Bogen beſchreibt. Herr Selter bringt die Stange außerhalb des Zimmers an der Wärme an, und läßt den Zeiger durch die Mauer in das Zimmer gehen, wo er nach vielen Verſuchen die Fahrenheitſchen Grade auf einen Gradbogen getragen hat, welche hier ſo merklich werden, daß man jeden Grad noch in viele Theile theilen kann.

Alle dieſe Einrichtungen ſind jedoch nicht fehlerfrey. Denn die Ausdehnungen der feſten Körper ſind an ſich zu gering, ſo daß ſie hierin den flüſſigen Materien bey weiten nachſtehen. Will man aber doch dieſe Ausdehnungen durch andere Mittel bemerklicher machen, ſo entſtehen daraus Einrichtungen, welche zu ſehr zuſammengeſetzet ſind, und folglich die Fehler noch mehr vermehren, wodurch Abweichungen und Ungleichheiten des Ganges gar nicht zu vermeiden ſind. Weniger fehlerhaft ſcheint die Methode des Herrn Wedgwood zu ſeyn, große Grade der Hitze zu beſtimmen. Sie gründet

*) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. u. Naturg. B. IV. St. 3. S. 89.

det ſich auf die Eigenſchaften des Thons, welcher ſich in der Hitze zuſammenziehet, und ſich durch plötzliche Erkaltung nicht wieder ausdehnet *). Um den Grad der Hitze eines Ofens zu beſtimmen, legt er einen thonernen Würfel von ½ Zoll Seite hinein, und wirft ihn ſogleich, nachdem er ihn aus der Hitze des Ofens genommen hat, in kaltes Waſſer. Hierauf mißt er die Seite dieſes Würfels auf einem Maßſtabe, welcher aus zwey meſſingenen Linealen beſtehet, deren Seiten etwas ſchräg gegen einander zu laufen, und ſo weit von einander abſtehen, daß man den Würfel in die Nuthe, die ſie zwiſchen ſich bilden, ſchieben kann. Der Würfel geht deſto tiefer hinein, je ſchmäler ſeine Seite durch die Hitze geworden iſt. An der Stelle, wo der Würfel ſtecken bleibt, ſteht auf dem Lineale eine Zahl, die den Grad der Hitze angibt. Seine Skale zur Beſtimmung der Grade großer Hitze iſt ſo eingerichtet, daß die Null bey dem Punkte des bey Tage ſichtbaren Rothglühens, d. i. bey Fahrenheits 1000 ſteht, und deren 240ſter Grad mit 32277 nach Fahrenheit übereinſtimmet †). Hieraus findet man für beyde Skalen, wann der Wedgwood'ſche mit f übereinſtimmende Grad = w geſetzet wird, dieſe Vergleichungsformel

$$10 f - 1303 w = 10000.$$

Nach Wedgwood's Anführung ſchmelzt Eiſen bey 130 Grad ſeines Pyrometers, mithin werden

$$10 f - 1303 . 130 = 10000 \text{ oder}$$

$$f = 1000 + 1303 . 13 = 17939 \text{ nach Fahrenheit}$$

Der größte Grad, auf welchen Wedgwood die Erhitzung ſeiner Würfel treiben konnte, war 160 Grad, wofür $f = 1000 + 1303 . 16 = 20848$ iſt.

Andere Angaben ſolcher hohen Grade von Hitze hat man von Newton γ) und von Krafft δ), welche ſich auf bekannte Skalen reduciren laſſen. Newton ſchloß ſeine Angaben

*) Philoſ. Transact. Vol. LXXII. ingl. Götting. Magazin von Forſter und Lichtenberg 3ter Jahrg. St. 2. S. 313.

†) Philoſ. Transact. Vol. LXXIV. P. II. p. 370.

γ) Philoſ. Transact. 1701. n. 270. p. 1.

δ) Commentat. Petropol. Tom. XIV. p. 218 ſqq.

gaben zwar ſehr ſinnreich, aber ſehr unſicher, aus der Zeit der Erkaltung der erhitzten Körper, indem er meinte, die Zeit müſſe ſich wie der Logarithme des Ueberſchuſſes der Hitze über die Temperatur der äußern Luft verhalten. Außerdem ſetzte er voraus, daß ſein Leinöhlthermometer abſolute Größen der Wärme anzeigte. **Krafft** hingegen ſtellte ſeine Verſuche mit Pyrometern an. **Erxleben** *) hat die Reſultate auf die Fahrenheit'ſche Skale reduciret, und ſind folgende:

Fahrenh. Grad.

650.	Das Eiſen leuchtet nicht mehr im Dunkeln (**Krafft**). **De Lüc's** Entzündungspunkt (chaleur brûlante).
752.	Das Eiſen leuchtet im Dunkeln (**Newton**).
770.	—— —— —— —— (**Krafft**).
800.	—— —— in der Dämmerung (**Krafft**).
805.	Spießglaskönig wird hart (**Newton**).
884.	Das Eiſen leuchtet in der Dämmerung (**Newton**).
1000.	Das Eiſen leuchtet bey Tage (**Krafft**).
1049.	Hitze eines kleinen Steinkohlenfeuers, ohne daß es angeblaſen wird (**Newton**).
1408.	Hitze eines Holzfeuers (**Newton**).

M. ſ. **Wolf** nützliche Verſuche. Th. II. Halle 1722. 8. Cap. V. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. III. Greifsw. 1769. 8 Aeroſtatik Abſchn. IV. und VIII. *G. G. Haubold* diſſ. de thermometro Reaumuriano. Lipſ. 1771. 4. **J. A. de Lüc** Unterſuch. über die Atmoſphäre a. d. Franz. Leipz. Th I. 1776. Th. II. 1778. **Strohmeyer** Anleitung, übereinſtimmende Thermometer zu verfertigen. Götting. 1775. 8 **Lutz** vollſtändige Anweiſung, Thermometer zu verfertigen. Nürnb. 1781. 8. **Deſſelb.** vollſtändige Beſchreibung von allen Barometern nebſt Anhang, ſeine Thermometer betreffend. Nürnb. u. Leipz. 1784. 8. **Käſtner** Anfangsgründe der angew. Mathematik. 4te Aufl. Götting. 1792. 8. Aerometrie. §. 85. II. *Hindenburg* progr. quo

*) Anfangsgründe der Naturwiſſenſch. §. 472.

quo formulae comparandis gradibus thermometricis idoneae proponuntur. Lipſ. 1791. 4. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre durch **Lichtenberg.** Sechste Aufl. 1794. Anmerk. zu §. 465. 466. 472. **J. T. Mayer** Anfangsgründe der Naturlehre. 1801. §. 336–347.

Thermoſkop, ſ **Thermometer.**

Thiere, thieriſche Körper (animalia, corpora regni animalis, animaux), heißen diejenigen organiſchen Körper, welchen Leben und Empfindung zukömmt, und ſich willkührlich bewegen können. Sie machen ein eigenes Reich in der Natur aus, welches in der Naturgeſchichte unter dem Nahmen des **Thierreiches** betrachtet wird. M. ſ. **Naturgeſchichte.** Die Thiere unterſcheiden ſich von den Pflanzen und Mineralien vorzüglich darin, daß die erſtern ein eigenes Princip zur Bewegung in ſich haben, welches den andern nicht ſo ganz unbedingt zuzukommen ſcheinet. Die Vorzüge, welche die Thiere vor den übrigen lebloſen Körpern beſitzen, ſind jedoch bey verſchiedenen gar ſehr verſchieden. Von dem Menſchen an, bey welchen ſie ſich in der erhabenſten Vollkommenheit zeigen, nehmen ſie bey verſchiedenen Claſſen und Arten der Thiere in merklichen Abſtufungen ab, und werden endlich bey den Thierpflanzen ſo unmerklich, daß dieſe unvollkommenen Geſchöpſe gleichſam den Uebergang aus dem Thierreiche in das Pflanzenreich ausmachen.

So verſchieden aber auch die äußere Geſtalt der Thiere iſt, ſo haben ſie doch alle das gemein, daß ſie ihre Speiſe und ihren Trank durch den Mund zu ſich nehmen, und zu dieſem Naturgeſchäfte durch Hunger und Durſt angereizet werden. Sonſt müſſen die Speiſen im thieriſchen Körper noch manche Veränderungen erleiden, ehe ſie zu wirklicher Ernährung der Thiere dienen können, wovon die Phyſiologie weitern Unterricht ertheilen muß. Beym geſunden Zuſtande zeigt das Blut der warmblütigen Thiere eine Wärme von etwa 100 Grad Fahrenh. M. ſ. **Wärme, thieriſche.** Das Blut der kaltblütigen Thiere und der Saft, welcher bey den weißblütigen die Ernährung bewirkt, beſitzen die Temperatur des umgebenden Mittels. Ueber-

Ueberhaupt beruhet der ganze Lebensprozeß auf wirklichen chemiſchen Operationen, durch welche endlich die zu ſich genommenen Speiſen der thieriſchen Subſtanz aſſimiliret werden. Zur Hervorbringung der Bewegungen dienen vorzüglich die Muſkeln, wovon ein eigener Artikel handelt. Die meiſten derſelben kommen nach dem Entſchluſſe des Willens durch die Nerven in Bewegung, und daraus entſtehen die willkührlichſten Bewegungen. Andere hingegen, wie das Herz, wirken ohne alle Verbindung mit dem Willen unaufhörlich und ohne Ermüdung.

Die Nerven haben ihren Urſprung aus dem Gehirn und Rückenmarke, und ihnen kommt noch außer dem Einfluſſe auf die Muſkelbewegung noch das Geſchäft zu, die von außen gemachten Eindrücke durch die Sinneswerkzeuge der Seele zuzuführen. M. ſ. Sinne. Uebrigens iſt aber die Beſchaffenheit der ſinnlichen Empfindungen und der Werkzeuge bey den Thieren gar ſehr verſchieden. So ſcheinen nach Linné die Fühlhörner der Inſekten eigene Sinneswerkzeuge zu ſeyn, und die Polypen haben beym gänzlichen Mangel des Geſichtes dennoch eine große Empfindung gegen das Licht. Unter dem Artikel, Sinne, iſt angeführet worden, daß Spallanzani und andere aus verſchiedenen Verſuchen geſchloſſen hätten, daß die Fledermäuſe außer den gewöhnlichen fünf Sinnen wahrſcheinlich noch einen andern Sinn beſitzen müßten. Allein neuerlich hat man dieſe Vermuthung gänzlich widerleget. Denn ſo bald den Fledermäuſen außer dem Geſicht auch das Gehör genommen ward, ſo konnten ſie in ihrem Fluge nun nicht mehr ſelbſt dem geringſten entgegengeſetzten Gegenſtande ausweichen, ſondern ſie ſtießen vielmehr allenthalben an.

Sonſt werden alle Thiere durch anhaltende Bewegungen und Anſtrengung ihrer Kräfte ſo ermüdet, daß ihnen zur Erhohlung von Zeit zu Zeit eine eigene Art der Ruhe, der Schlaf, nöthig iſt. Es gibt überdieß viele Thiere, welche außer dieſem täglichen Schlafe noch in den rauhern Jahrszeiten einen beſondern tiefen Winterſchlaf haben, welcher

in

in einer Art von Erſtarrung beſteht, wobey die warmblü gen Thiere eine unmerkliche Wärme übrig behalten, u die Puppen der Inſekten, dem Leben des darin ſchlafend Thieres unbeſchadet, oft ſo durchfrieren, daß ſie beym Hera fallen auf die Erde wie Eiszapfen oder Glas klingen.

Uebrigens hat die Natur den Thieren gewiſſe Inſtink oder thieriſche Triebe ertheilet, welche ſie zur Hervorbri gung mancher zweckmäßigen Handlung gleichſam anſporne Dahin gehört außer dem Nahrungs- Vertheidigungs- u Begattungstriebe, der Trieb zum geſelligen Leben, zur Ei ſammlung vorräthiger Speiſen, zum Zuge in warme Länd zur Wahl des Orts für die Eyer, zur Vorſorge für die J gen, und beſonders die bewunderswürdigen Kunſttrie von welchen allen Reimarus *) ſo ſchön gehandelt hat.

Bey dem Menſchen ſind die Naturtriebe dem weit v züglichern Gebrauche der Vernunft unterworfen, welche i weit über die übrige thieriſche Schöpfung erhebt, und i eine ausgebreitete Herrſchaft über alle Naturreiche gibt.

Von dem Ritter Linné ſind alle Thierarten unter ſechs Claſſen der Säugethiere, Vögel, Amphibien, Fiſ Inſekten und Gewürme geordnet, worin ihm faſt alle Na kundige folgen. Man findet die Zoologie in den Einlei gen der Naturgeſchichte, die unter dem Artikel, Natur ſchichte, angeführet ſind.

Von der Anatomie und Phyſiologie des menſchli Körpers handeln ſehr viele Schriftſteller, die weiter r hierher gehören. Viel Vortreffliches hiervon findet beym von Haller β). Thieriſche Körper überhaupt treffen die Werke Severin's γ), Blaſius δ), Va ti

α) Betrachtungen über die Triebe der Thiere. 3te Ausg. H 1773. 8.

β) Elementa phyſiologiae corporis humani. Lauſ. 1757 – 17 Tom. I – VIII.

γ) Zootomia Democritea ſ. anatome generalis &c. Norimb. 16

δ) Anatomia animalium. Amſt. 1681. 4.

tini's [α]), Collins [β]), Nehemiah Grey's [γ]), Boddaert's [δ]) und Leske's [ε]). Von der Geſchichte und Literatur der comparativen Anatomie und Phyſiologie, oder der Vergleichung des menſchlichen Körpers mit dem thieriſchen handelt Dr. Ludwig [ζ]).

Der thieriſche Körper beſtehet aus einem Gemenge verſchiedentlich gearteter, und mannichfaltig zuſammengeſetzter Stoffe. Einige davon ſind den des Pflanzenreichs ähnlich, andere hingegen ſind weſentlich davon verſchieden. Unter die nähern Beſtandtheile der thieriſchen Körper gehören die Gallerte, das Fett, der Eyweißſtoff, der fadenartige Theil, die Knochenmaterie und der Milchzucker. Die Gallerte kömmt dem Aeußern nach mit dem Pflanzenſchleime ſehr überein. Sie löſet ſich im Waſſer vollkommen und klar auf, und beſitzt, wie dieſer, wenig Geſchmack und Geruch. Sonſt unterſcheidet ſie ſich aber weſentlich von dem Pflanzenſchleime dadurch, daß ſie bey der Verdünnung mit Waſſer in der Wärme zwar erſt in ſaure Gährung, aber nachher ſchnell in Fäulniß übergehet unter einem eigenthümlichen urinöſen Geruche, welchen der Schleim nicht enthält. Durch das Eindicken wird ſie zu einer zähen durchſcheinenden Materie, und beym gänzlichen Eintrocknen bildet ſie den ſpröden hornartigen, aber im Waſſer leicht auflöslichen Tiſchlerleim. Von dem Fette, Eyweißſtoff, fadenartigen Theil und Milchzucker handeln die Artikel, Fett, Blut, und Milchzuckerſäure.

In

α) Amphitheatrum Zooticum, Frankf. 1720. 1742. Fol.

β) A ſyſtem of anatomy; treating of the body of Men, Beaſts, Fiſhes, Inſects &c. Savoy. Tom. I. II. 1685. Fol.

γ) Comparative anatomy of ſtomach and guts in den Muſ. reg. ſociet. Lond. 1680. Fol.

δ) Von den Theilen des thieriſchen Lebens in verſchiedenen Thierarten, im 14ten Theile der Abhandl. der Haarlem. Geſellſchaft der Wiſſenſchaften.

ε) Progr. de phyſiologia animalium. Lipſ. 1775. 4.

ζ) Hiſtoriae anatomiae et phyſiologiae comparantis breuis expoſitio. Lipſ. 1787. 4.

In den Jahren 1786 und 1787 machte man bey der Räumung eines Begräbnißplatzes mitten in Paris die äußerſt merkwürdige Entdeckung, daß ſich das Muskelfleiſch der thieriſchen Körper, ſo wie die meiſten weichen Theile derſelben unter gewiſſen Umſtänden in eine Art von Fett oder in eine weiche, weiße verbrennliche Materie verwandelt, die dem Wallrath ähnlich iſt. In dieſen Platz waren nämlich ſeit den letzten 30 Jahren mehr als 90000 zur Erde beſtattet worden, obgleich der Flächenraum nicht mehr als 2000 Quadrattoiſen betrug. Daher war der größte Theil der todten Körper in gemeinſchaftliche Gräber von 25 bis 30 Fuß Tiefe geleget worden, in deren jeden 1200 bis 1500 Särge Platz hatten. In dieſen gemeinſchaftlichen Gräbern fand man die Körper platt gedrückt, und in eine weiche, biegſame, weißgraue Materie verwandelt, welche die Knochen von allen Seiten umgab, und den Eindruck der Finger annahm. Dieſe fettartige Materie fand man nie bey einzelnen Leichnamen, ſondern nur in den gemeinſchaftlichen Gruben. Ueber dieſe merkwürdige Erſcheinung haben die Herrn Fourcroy und Thouret genaue Unterſuchungen angeſtellet [a]).

Durch einen gewiſſen Herrn Sneyd [b]) ward der königl. Societät zu London ein Stück von einem Vogel, ſo in einem Fiſchteiche unten auf dem Schlamme liegend gefunden war, überſendet. Dieſer Vogel hatte ſich in eine fette, dem Wallrath ähnliche, Materie verwandelt, und wurde in ihrer Conſiſtenz, nachdem man ſie ſchmelzte, feſter, wie Wachs.

Ein in England ſich aufhaltender Deutſcher, Nahmens Schmeiſſer, bereitet Wallrath zu Lichtern durch die Kunſt aus dem Fleiſche der thieriſchen Körper, und hat über die Erfindung ein Patent genommen.

Ver-

a) Journal de phyſique. Avril et May 1791. annales de chimic. Tom. V et VIII. Gothaiſches Magazin für das Neueſte a. d. Phyſ. und Naturg. B. VII. H. 4. S. 100.

b) Philoſoph. Transact. for. 1792. Vol. LXXXII. P. II. p. 197.

Verſuche über die Verwandlung des Fleiſches in Wallrath hat George Smith Gibbes [α]) in Oxford angeſtellet, von welchen ſchon oben iſt geredet worden.

Die aus den nähern Beſtandtheilen zuſammengeſetzten Theile thieriſcher Körper ſind ſehr mannichfaltig, und einige davon noch wenig unterſucht. Die Milch beſteht aus folgenden dreyen bloß mit einander vermengten Beſtandtheilen, dem Rahm oder Butter, welche ſich von einem fetten Pflanzenöle durch nichts unterſcheidet, dem Käſe oder Eyweißſtoff, und den Molken, welche den wäſſerigen Theil ausmachen, und ein eigenes weſentliches Salz, den Milchzucker, enthalten. Der Mucus (pituita), den man ſonſt auch Schleim nennet, ſcheint etwas Eyweißſtoff und etwas vom fadenartigen Theil zu enthalten, und mit ſchleimigen gallertartigen Theilen vermiſcht zu ſeyn. Der Magenſaft (ſuccus gaſtricus) ſoll nach den Beobachtungen verſchiedener Chemiker bey fleiſchfreſſenden Thieren eine Säure, bey den bloß kräuterfreſſenden Ammoniak enthalten. Allein Herr Spallanzani [β]) fand in dem Magenſafte der fleiſchfreſſenden Thiere nie eine Säure, wohl aber in dem der körnerfreſſenden, welches auch Herr Goſſé beſtätiget. Herr Spallanzani hat ſehr wahrſcheinlich gemacht, daß die Säure, welche ſich im Magenſafte fand, bloß zufällig und von den Nahrungsmitteln abzuleiten ſey. Der reine Magenſaft enthält bloß Waſſer, etwas weniges Kochſalz und thieriſche Subſtanz. Die in der Leber abgeſonderte Galle, welche eine zur Verdauung der Nahrungsmittel nöthige Flüſſigkeit iſt, beſteht aus Waſſer, mineralalkaliſcher Fettſeife und Eyweißſtoff; auch haben einige noch einen geringen Antheil Kochſalz darin gefunden. Andere flüſſige Theile der thieri-

α) Philoſoph. Transact. for. 1794. P. II. p. 169. Grens neues Journ. der Phyſik. B. I. S. 126 f.

β) Experiences ſur la digeſtion de l'homme et de differentes eſpèces d'animaux p. Mr. *Spallanzani*, trad. par Mr. *Sennebier* à Geneve 1783. 8. Hr. Abt Spallanzani Verſuche über das Verdauungsgeſchäft des Menſchen und verſchiedener Thierarten nebſt einigen Bemerk. des Herrn Sennebier. überſ. von Chr. F. Michaelis. Leipz. 1785. 8.

ſchen Körper, als der Harn, die Ausdünſtungsmaterie, die Thränenfeuchtigkeit u. ſ. f. ſind nach Beſchaffenheit der Nahrungsmittel und des Geſundheitszuſtandes in ihrer Vermiſchung ſehr veränderlich.

Die weichen feſten Theile der Thiere, wie die Häute, das Zellgewebe, die Membranen, die Ligamente, die Knorpel, die Nägel u. ſ. f. haben den fadenartigen Theil zur Grundlage, und enthalten außerdem noch mehr oder weniger Gallerte. Die Knochen der warmblütigen Thiere laſſen, wenn ſie von allen nicht dazu gehörigen Theilen gereiniget, und von ihrem gallertartigen Stoffe durchs Auskochen mit Waſſer völlig befreyet worden ſind, eine weißliche unſchmackhafte Subſtanz zurück, welche die ſo genannte **Knochenmaterie** ausmacht. Dieſe kommt in der Beſchaffenheit ihrer Grundlage mit dem fadenartigen Theile überein. Ihre Beſtandtheile ſind Kalkerde, Baſis der Phosphorſäure und Kohlenſäure, Waſſerſtoff, Stickſtoff und Sauerſtoff. Die Gehäuſe der Schalthiere, der Muſcheln und Schnecken, die Eyerſchalen, die Krebsaugen u. ſ. f. beſtehen aus kohlenſaurer Kalkerde mit etwas wenigen gallertartigen Theilen verbunden.

Wenn friſche thieriſche Theile einer trockenen Deſtillation unterworfen werden, ſo erhält man aus ſelbigen bey dem nöthigen Grade der Hitze eine beträchtliche Menge von luftförmigen Stoffen, beſonders kohlenſaures und brennbares Gas, einen ammoniakaliſchen Geiſt, kohlenſaures Ammoniak in concreter Geſtalt, und ein empyreumatiſches Oel. Das Fett der Thiere gibt bey der trockenen Deſtillation einen wirklich ſauren Geiſt. M. ſ. Fett. Die Kohle der thieriſchen Körper gibt nach dem Einäſchern die ſo genannte **Knochenaſche**.

Bey einzelnen Thierarten befinden ſich noch beſondere Stoffe, wohin mancherley Pigmente, als z. B. die **Cochenille** (coccus cacti L.), der ſchwarze Saft des **Tintenwurms** (ſepia officinalis), der Purpur der Alten, der mit dem Safte mehrerer Schnecken, beſonders des murex ra-

moſus

moſus, bereitet wurde; ferner einige Säuren, wie z. B. die der Ameiſen, der Maywürmer, der Raupen u. ſ. f.; ſo wie die riechenden Subſtanzen, wie der Moſchus oder Biſam, Bibergeil, Ambra, und Zibeth; und endlich die Gifte und thieriſchen Schärfen der ſpaniſchen Fliegen, der Bienen, Weſpen, Horniſſen, Scorpionen, der Vipern, der tollen Hunde u. ſ. f. gehören, deren Natur noch bis jetzt nicht gehörig unterſuchet iſt.

M. ſ. Blumenbach Handbuch der Naturgeſchichte. Dritter Abſchn. Von den Thieren überhaupt. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. II. Halle, 1794. 8. §. 1395 f.

Thierkreis (zodiacus, ſignifer, zodiaque). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man einen Streifen oder eine Zone an der ſcheinbaren Himmelskugel zwiſchen zwey Kreiſen, welche mit der Ekliptik auf ihren beyden Seiten parallel gehen, und den Raum beſtimmen, innerhalb deſſen die Planeten alle Mahl zu finden ſind. Es machen nämlich die Ebenen der Planetenbahnen mit der Ebene der Erdbahn oder der Ekliptik ſehr kleine Winkel. M. ſ. Neigung der Bahn. Daher können die Planeten ſich niemahls ſehr weit von der Ekliptik entfernen, und höchſtens kann dieſe Entfernung, oder die geocentriſche Breite, bey der Venus bis auf $8\frac{3}{4}$ Grad gehen. Wenn man alſo auf jeder Seite der Ekliptik einen mit ihr gleichlaufenden Kreis in der Entfernung von 9 bis 10 Grad um den Himmel beſchreibet, ſo ſchließen dieſe Kreiſe den Streifen zwiſchen ſich ein, worin die Planeten alle Mahl zu finden ſind.

In dieſem Streifen befinden ſich auch die Sternbilder, wovon die zwölf Eintheilungen oder die Zeichen der Ekliptik benennet werden. Weil dieſe Sternbilder größtentheils von Thieren abgeleitet ſind, ſo iſt daher der Nahme des Thierkreiſes entſtanden. Auch theilet man den Thierkreis in eben dieſelben Zeichen, wie die Ekliptik, ab. Uebrigens nimmt der Thierkreis einen Raum am geſtirnten Himmel ein, welcher unter allen der merkwürdigſte iſt; daher wird auch ſeine

Fläche mit auf die Ringkugel gebracht, um auf ſelbiger Oerter der Sonne, des Mondes und der Planeten anzei zu können. M. ſ. Ringkugel. Ueberdieß hat man a beſondere Thierkreiskarten, in welchen die im Thierkr ſich befindlichen Sterne verzeichnet ſind, ſo wie eigene Zei nungen der Zodiakalſterne. M. ſ. Sternkarten. S ſternverzeichniſſe.

Thierkreislicht, Zodiakallicht, Zodiakalſch (lumen zodiacale, lumiére zodiacale). Im Frühja des Abends am weſtlichen und im Herbſt des Morgens öſtlichen Himmel erſcheinet gewöhnlich ein von der Sc ab, nach der Richtung des Thierkreiſes, in der Figur e ſchräg liegenden Pyramide ſich erſtreckender der Milchſt gleichender Lichtſchimmer, welchen man den Nahmen Thierkreislichtes gegeben hat. Domini Caſſini beme dieß Licht zuerſt am 18ten März 1683, und beobachtet bis zum 26ſten März α). Dieſe Beobachtungen wurden 1684 bis 1686 durch Fatio de Duillier zu Genf und 1688 bis 1693 durch Kirch und Eimenart fortgeſetzt Nachher hat der Herr von Mairan γ) dieſe Erſchei noch weiter mit großer Aufmerkſamkeit beobachtet, und aus das Nordlicht abzuleiten geſucht. M. ſ. Nordl

Für beyde genannte Jahrszeiten findet man das T kreislicht abgebildet auf der XXVII. Tafel des Do mayerſchen Himmelsatlas.

Nach Caſſini Muthmaßung ſoll dieſes Licht mi Erſcheinung, welche die Alten durch den Nahmen der ken (δοκος, trabes) andeuten, einerley ſeyn. Nach Beſchreibung iſt dieſes Licht dem Scheine der Milch ähnlich, jedoch heller, in der Mitte glänzender, und die Gränzen ſchwächer. Mairan hält dieß Licht für und ſtärker, als den Schimmer der Milchſtraße, und

α) Decouverte de la lumière céleſte, qui paroit dans le Z p. Mſ. *Caſſini* in den anciens memoires. Tom. VIII. p. 119
β) Miſcell. natur. curioſ. Dec. III. an. I. p. 285 ſqq.
γ) Traité phyſ. et hiſtor. de l'aurore boreale in den memoir. 1731. u. beſond. 1733.

noch die Bemerkung bey, daß es gegen den Horizont zu gelblich oder röthlich ſcheine. Beyde wollen zuweilen kleine ſprühende Funken darin wahrgenommen haben; ſie bemerken aber dabey, eine ſolche Erſcheinung könne auch in der Anſtrengung der Augen ihren Grund haben.

Der Herr von Mairan hat verſchiedene Gründe angeführet, aus welchen er zu erweiſen ſucht, daß das Thierkreislicht nichts weiter, als die Atmoſphäre der Sonne ſey, welche entweder an ſich ſelbſt leuchte, oder von der Sonne erleuchtet werde, und in Geſtalt eines wegen des Umſchwunges der Sonne um ihre Achſe ſehr abgeplatteten linſenförmigen Sphäroids die Sonne ſo umgebe, daß ſie nach der Richtung der Achſe der Sonnenumdrehung die geringſte, und nach der Richtung des Sonnenäquators, die mit der Ekliptik unter einem Winkel von $7\frac{1}{2}$ Grad geneigt iſt, die größte Ausdehnung beſitze. M. ſ. Atmoſphäre der Sonne. Der Herr von Mairan hat ſeine Meinung mit vielem Scharfſinne darzuthun ſich bemüht. Wenn nämlich die Erdkugel nicht ſelbſt in die Sonnenatmoſphäre eingeſenket iſt, ſo müſſen uns täglich ihre Gränzen ſichtbar ſeyn, und zwar der weſtliche Theil des Morgens vor Sonnenaufgang, und der öſtliche Theil des Abends nach Sonnenuntergang in Form eines zugeſpitzten Streifens. Allein oft iſt die Lage des Thierkreiſes gegen den Horizont ſo flach, daß ſich das Thierkreislicht gänzlich in der Dämmerung verlieret. Um den Anfang des März aber, da der Frühlingspunkt im Horizonte ſich befindet, macht die Ekliptik mit dem Horizonte einen Winkel von $38\frac{2}{3} + 23\frac{1}{2}$, d. i. von mehr als 62 Graden, und da wir zu der nämlichen Zeit auch die kürzeſte Dämmerung haben, ſo wird nach dem Aufhören der Dämmerung das Zodiakallicht gegen Weſten, zwiſchen den Fiſchen, Kopf des Wallfiſches und Widder ſichtbar, und reicht bis zu den Hyaden im Stier. Dagegen iſt es um dieſe Zeit des Morgens, da die Ekliptik gegen den Horizont ſehr flach liegt, nicht wahrzunehmen. Wenn aber der Herbſtpunkt im öſtlichen Horizonte ſich befindet, d. i. um die Mitte

des Octobers, ſo erblicket man das Thierkreislicht am beſten vor der Morgendämmerung. Es erſtreckt ſich alsdann ſchräg aufwärts durch den Löwen und Krebs bis an die Zwillinge, und iſt dagegen um dieſe Zeit des Abends unſichtbar.

In den Ländern der heißen Zone ſind der Aequator und die Ekliptik beſtändig unter ſo großen Winkeln gegen einander geneigt, und die Dämmerungen ſind von ſo kurzer Dauer, daß die Sonnenatmoſphäre faſt das ganze Jahr hindurch Morgens und Abends wahrgenommen wird, wofern dieß nicht das Mondenlicht oder die trübe Luft verhindert. Zuweilen ſieht man ſie ſenkrecht auf den Horizont und ſehr lebhaft, wie auch de la Caille auf ſeiner Reiſe nach Afrika beobachtet hat.

Auch iſt bisweilen das Zodiakallicht in unſern Ländern an dem nämlichen Tage des Morgens und Abends ſichtbar, beſonders um die Zeit der Winterſonnenwende, da die Ekliptik mit dem Horizonte früh und Abends gleich große Winkel macht. So bemerkte es Caſſini am 4ten Decemb. 1687 um 6½ Uhr Abends und am folgenden Morgen um 4 Uhr 40 Minuten. Um die Zeit der Sommerſonnenwende läßt dieß die flache Lage des Thierkreiſes und die lange Dämmerung nicht zu.

Was die ſcheinbare Länge des Thierkreislichtes betrifft, ſo iſt dieſe nach der verſchiedenen Stellung der Erde gegen die Sonne verſchieden. Von der Sonne aus gerechnet geht ſie von 45° bis 100° auf einer Seite. Beträgt ſie 90° und darüber, ſo muß ſich alsdann die Erdkugel in der Sonnenatmoſpähre ſelbſt befinden, und da ſie ſelbige alsdann von allen Seiten umgibt, ſo müſſen ihre Gränzen ſehr undeutlich erſcheinen. Aus gleichen Gründen geht auch die Breite gegen den Horizont von 8° bis 30°. Die Länge fällt am größten aus, wenn die Sonne in den Zeichen der Fiſche und der Jungfrau ſteht, weil alsdann die Erdkugel eine ſolche Stellung hat, daß wir auf die Ebene des Sonnenäquators unter dem größtmöglichen Winkel von 7½° ſehen. M. ſ. Sonnenflecken.

Wenn

Wenn alle dieſe erwähnten Umſtände ihre völlige Richtigkeit hätten, ſo würde es wohl gar keinem Zweifel unterworfen ſeyn, daß das Zodiakallicht etwas zur Sonne Gehöriges darſtellen müſſe. Allein viele andere Beobachtungen haben gezeigt, daß die Erſcheinung ſich nicht beſtändig ſo regelmäßig nach dieſen Umſtänden richtet. Man hat daher das Zodiakallicht lieber als ein Meteor unſerer Erdatmoſphäre betrachten wollen. So bemerket Herr Hube *), daß das Zodiakallicht nur ſelten, häufiger und ſtärker des Abends als des Morgens, und in einigen Jahren viel öfter, als in andern erſcheine. Seiner Meinung nach iſt dieſes Licht mit dem Nordlichte von gleicher Natur. Denn es ſey eben ſo blaß, eben ſo durchſichtig, eben ſo bald weiß bald gelblich oder roth gefärbt, und zeige eben dieſelbe innerliche zitternde Bewegung, als das Nordlicht in ſeinen Strahlen. Außerdem pflegten die Strahlen des Nordlichtes, wenn ſie aus Weſten oder Oſten aufſteigen, eben ſo ſchief auf dem Horizonte zu ſtehen, und nach Süden abzuweichen, als das Zodiakallicht. Man ſehe ſogar unter dem letztern am Horizonte oft eine Art vom dunkeln Nebel, welcher in ſeiner Farbe und übrigen Beſchaffenheit dem Nebel, der unter den Nordlichtern erſcheine, völlig ähnlich ſey. Ja oft gehe das Zodiakallicht in ein wirkliches Nordlicht über, indem gegen Norden zu nach und nach immer mehrere Strahlen und Lichtſtreifen zum Vorſchein kommen, welche mit dem Zodiakallichte ein Ganzes ausmachen. Oft ſehe man auch das Zodiakallicht, ſelbſt im Herbſte, und Frühlinge gar nicht.

Es ſcheine, daß die obere Atmoſphäre durch die Erwärmung oder Erkältung beym Aufgange und Untergange der Sonne vorzüglich ſtark elektriſiret werde, und daß aus dieſer Urſache nicht nur das Zodiakallicht entſtehe, ſondern auch die Nordlichter mehrentheils bald nach dem Untergange der Sonne anfangen ſichtbar zu werden.

*) Vollſtändiger Unterricht in der Naturlehre Th. I. Leipz. 1792. 8. 60ſter Brief.

M. ſ. Bode Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. Käſtner Anfangsgründe der angewandten Mathematik. 4te Aufl. 1792. Aſtronomie §. 167. Hube vollſtändiger Unterricht in der Naturlehre. B. I. Leipz. 1793. 8. 60ſter Brief.

Thonerde ſ. Alaunerde.

Titan (titanium), eine vom Herrn Klaproth in dem ſo genannten rothen Schörl entdeckte metalliſche Subſtanz, worin ſie als natürlicher Kalk enthalten iſt *). Auch im Menakanit, Titanit und in dem jetzt ſo genannten Nigrin und Iſerin aus Siebenbürgen trifft man ſie als ſolchen an. Der vollkommene Titankalk iſt an Farbe roth, geht aber durch heftiges Glühen auf Kohle, und bey mehrerer Deoxidirung ins gelbe, bläuliche und ſchwärzliche über. Für ſich iſt er unſchmelzbar. Vor dem Löthrohre wird er vom ſchmelzenden Borax aufgelöſet, und gibt damit eine klare hyacinthrothe oder auch topasgelbe Glasperle nach Verſchiedenheit ſeiner Menge; mit Phosphorſalze macht er eine ſchwärzliche Maſſe, deren Bruchſtücke eine violette Farbe zeigen. Auf Porzellan mit einem ſchicklichen Schmelzfluſſe eingebrannt gibt er eine reine ſtrohgelbe Farbe.

Der Titankalk widerſteht der Reduktion zum reguliniſchen Metall ungemein. Indeſſen beweiſen die Verſuche von Klaproth, Hecht und Vauquelin die Reducirbarkeit, und hiernach ſcheint das Titan ein ſprödes, höchſt ſtrengflüſſiges Metall von einem kryſtalliniſchen Gefüge, und einer rothgelben Farbe zu ſeyn. Heiß zerſchlagen zeigt dieß Metall einen Farbenwechſel von Purpur, violett und blau. In ſehr heftigem Feuer ſcheint es flüchtig zu ſeyn. Das Zuſammenſchmelzen mit andern Metallen, außer mit Eiſen, iſt bis jetzt noch nicht gelungen.

Wenn der Titankalk mit ſechs Theilen kohlenſaurem feuerbeſtändigen Alkali geſchmolzen, und die erkaltete Maſſe nachher

*) Unterſuchung des ungariſchen rothen Schörls in den Beyträgen zur chemiſchen Kenntniß der Mineralkörper B. I. 1795. 8. S. 233 f.

her im kochenden Waſſer zerlaſſen wird, ſo ſcheidet ſich ein weißlicher Niederſchlag ab, welcher ausgeſüßt ſich nach Herrn Hecht und Vauquelin als kohlenſaures Titan zeigt. Durchs Glühen verliert es die Kohlenſäure, und zeigt, ſo lange es heiß iſt, eine gelbe Farbe, wird aber auf einer Kohle geglühet röthlich, und dann ſchieferblau. Der reine und vollkommene Titankalk ſcheint von Säuren nicht angegriffen zu werden; der kohlenſaure aber löſet ſich in verſchiedenen Säuren auf. Mit erwärmter verdünnter Schwefelſäure macht er eine klare ungefärbte Auflöſung, welche ſich nicht kryſtalliſiren läßt. Von der verdünnten Salpeterſäure wird er ebenfalls in der Kälte klar und ungefärbt aufgelöſet; durchs Sieden wird die Auflöſung zerſetzt, und ſie wird milchicht.

Das Titan ſcheint alſo mit andern Metallen das gemein zu haben, daß ſein Kalk nur im Zuſtande, worin er nicht vollkommen oxidirt iſt, ſich in Säuren auflöſen läßt, und daß die Auflöſung durch vollkommene Oxidirung des Kalkes wieder zerſetzet wird.

M. ſ. Gren Grundriß der Chemie. Th. II. Zweyte Ausg. Halle, 1800. 8. §. 1776–1785.

Ton (tonus, ton) heißt die Empfindung, welche ein ſchallender Körper in unſerm Gehörorgane zuwege bringt, wenn die Schwingungen desſelben regelmäßig, d. h., gleichzeitig auf einander folgen. Wenn unſer Gehör bey einem Schalle mehrere Reihen von Schwingungen unterſcheidet, deren Folge zwar in jeder Reihe regelmäßig, allein in der einen Reihe ſchneller oder langſamer, als in der andern, iſt, ſo hören wir mehrere Töne zugleich. Ein Schall, bey dem wir nur einen oder einige Töne hören, wird ein Klang genannt. Wenn aber die Schwingungen eines Körpers ſo unregelmäßig auf einander folgen, daß ſich gar kein Ton unterſcheiden läßt, ſo hört man bloß ein Geräuſch, Getöſe, einen dumpfen Schall. M. ſ. Klang.

Bey einem Tone kömmt es alſo vorzüglich auf eine beſtimmte Anzahl der Schwingungen in einer gewiſſen Zeit an, und die Stärke desſelben hängt bloß von der Stärke der Schwin-

Schwingungen ab, wobey ſich die Tonkünſtler der Worte Forte und Piano bedienen. Sonſt beruhet der weſentliche Unterſchied der Töne ſelbſt auf die Geſchwindigkeit, womit ſich die Schwingungen folgen, oder auf die in einer gegebenen Zeit, z. B. einer Sekunde, vollbrachten Schwingungen. Iſt dieſe Geſchwindigkeit oder die Anzahl der Schwingungen groß, ſo nennt man den Ton einen **hohen**; iſt ſie aber gering, einen **tiefen** Ton. Ein beſonders geübtes Gehör iſt im Stande, das geringſte Intervall zwiſchen einem höhern und tiefern Tone zu unterſcheiden, und daher den eigentlich reinen Ton zu bemerken.

Herr **Euler** *) beweiſet, daß die Anzahl der Schwingungen (eigentlich der halben Schwünge), welche eine geſpannte Saite in einer Sekunde vollbringt, wenn man die Länge der Saite = L, ihr Gewicht = G, die ſpannende Kraft = P, und die Länge des Sekundenpendels = b ſetzet,

$$\pi \cdot \frac{\sqrt{bP}}{L \cdot G} \text{ ſeyn müſſe.}$$

Wird L in Rheinländ. Maßen ausgedrückt, das Sekundenpendel in unſern Gegenden = 0,2026423 .... × 15,625 = 3,1661 .... Rheinl. Fuß (m. ſ. **Pendel**), und G : P = 1 : n geſetzt, ſo daß n anzeigt, wie vielmahl die Spannung der Saite ſtärker iſt, als ihr Gewicht, ſo bekommt man für die Anzahl der Schwingungen in einer Sekunde

$$\pi \cdot \frac{\sqrt{(3{,}1661 \ldots n)}}{L},$$

daß folglich eine Saite von 2,5 Rheinl. Fuß Länge, wenn ſie durch ihr 10000 faches Gewicht geſpannt wird, in jeder Sekunde

$$3{,}1415 \cdot \frac{\sqrt{31661}}{2{,}5} = 355\tfrac{1}{2}$$

Schwingungen machen muß.

Wenn eine lange, dünne und tiefklingende Saite ihre Schwingungen vollbringt, ſo hört man außer ihrem Grundtone

*) Tentamen nouae theoriae muſices. Petrop. 1739. 4. p. 6.

tone deutlich gewiſſe harmoniſche Töne demſelben beygemiſcht, beſonders wenn man an einem ſtillen Orte das Ohr nahe an die Saite hält, und am deutlichſten bemerket man die Nebentöne, indem ſich der Grundton zu verlieren anfängt, und aufhört. Die Nebentöne feſter elaſtiſcher Stäbe und anderer klingender feſter Körper unterſcheiden ſich von den Nebentönen geſpannter Saiten weſentlich dadurch, daß ſie mit dem Grundtone nicht harmoniſch ſind. Auch hört man die unharmoniſchen Nebentöne oft allein, ohne den Grundton. Inzwiſchen haben alle Nebentöne überhaupt ihre Gränzen, weil wir ſie nicht weiter hören, wenn ſie zu fein ſind.

Herr **Chladni** *) fand noch eine ganz andere Schwingungsart der Saiten, nach welcher ſich dieſelben ihrer Länge nach abwechſelnd ausdehnen und verkürzen. Er nennt die Töne, welche auf ſolche Art hervorgebracht werden, **Längentöne**. Sie laſſen ſich hören, wenn man die Saiten mit dem Bogen unter einem ſehr ſpitzen Winkel anſtreicht. Sie geben einen ſehr unangenehmen Klang, und dienen nicht zum praktiſchen Gebrauch, ſind aber wegen ihrer gänzlichen Abweichung von allen übrigen Schwingungsarten ſehr merkwürdig. Streicht man die Saite auf dieſe Weiſe um die Mitte an, ſo bekömmt man einen Ton, welcher den gewöhnlichen Grundton derſelben um 3 bis 5 Oktaven an Höhe übertreffen kann. Wird hingegen die Saite in der Mitte gedämpft, und die Hälfte in ihrer Mitte geſtrichen, ſo gibt ſie wie gewöhnlich die Oktave des vorigen Tons. Dieſe Längentöne haben kein beſtimmtes Verhältniß gegen die durch recht winklichtes Streichen zu erhaltenden Töne, und es kömmt hierbey ſehr wenig auf die Spannung der Saite an. Werden die gewöhnlichen Töne durch eine ſtärkere Spannung faſt um eine Oktave erhöhet, ſo nimmt die Höhe der Längentöne kaum um einen halben Ton zu.

In

*) Entdeckungen über die Theorie des Klanges. Leipz. 1787. 4. S. 76. ingl. über die Längentöne einer Saite, in der Berliner muſikal. Monathsſchrift. Auguſt 1792.

In der Muſik werden gewöhnlich die brauchbaren Töne mit Buchſtaben bezeichnet. **Euler** fand, daß der mit a bezeichnete Ton etwa 392 Schwingungen in einer Sekunde vollbringe. Da nun der Ton a zu dem Tone C wie 10 : 3 ſich verhält, wie bald mit mehreren gezeiget werden wird, ſo müßte hieraus folgen, daß dem Tone C $3 . 39{,}2 = 117\frac{3}{5}$ Schwingungen in einer Sekunde zugehörten. Indeſſen läßt ſich dieß nicht in aller Strenge annehmen, und an einem andern Orte [α]) gibt **Euler** dem C etwa 100 Schwingungen in einer Sekunde.

Sauveur [β]) that den Vorſchlag, denjenigen Ton, welchem in einer Sekunde 100 Schwingungen zugehören, als einen **feſten Ton** anzunehmen, um der Nachwelt ein abſolutes Tonmaß zu übergeben, und derſelben keine Unbeſtimmtheit in Rückſicht der Töne zu hinterlaſſen, ſo wie es uns bey der Muſik der alten Griechen zu gehen pfleget, deren Töne wir nicht kennen, ob wir gleich ihre Schriften von der Tonkunſt beſitzen. Wenn man aber überleget, was für feine Abmeſſungen der Längen, der Gewichte, und beſonders der ſpannenden Kräfte da zu einer ſolchen überaus wichtigen Feſtſetzung gehören, und wie unſicher alle dieſe Abmeſſungen durch mancherley Umſtände in der Ausübung gemacht werden, ſo wird man zu dieſem Vorſchlage eben nicht ſonderlich geneigt ſeyn. **Sauveur's** feſter Ton würde, ſo viel ſich aus **Euler's** Schätzung ſchließen läßt, etwas höher, als unſer Contra-A ſeyn (dem 98 Schwingungen zukommen, wenn a davon 392 beſitzet), und folglich nicht einmahl unter den in unſerer Tonkunſt gebräuchlichen Tönen vorkommen.

Der wichtigſte Theil der Muſiklehre beruhet nicht ſo wohl auf die abſoluten Schwingungszahlen, als vielmehr auf die relativen, oder auf die Verhältniſſe derſelben bey verſchiedenen Tönen. Hierbey bedienet man ſich zum Vortrage

trage

α) Briefe an eine Deutſche Prinzeſſinn, a. d. Franz. 3ter Brief.

β) Syſtème general des intervalles des ſons in den memoir. de Paris 1701. p. 297.

trage der Melodie nur der Saiteninſtrumente oder Blasinſtrumente. Der Ton beyder iſt allezeit nur mit harmoniſchen Nebentönen gemiſcht, und erregt auch in Reſonanzböden und Saiten nur harmoniſche Nebentöne. Dieſer muſikaliſche oder reine Ton iſt alſo allezeit ganz allein oder doch vorzüglich von harmoniſchen Nebentönen begleitet, anſtatt daß der Ton der Scheiben, Bleche, Glocken und anderer ähnlicher Körper immer durch unharmoniſche Nebentöne mehr oder weniger verunreiniget wird. Es war alſo nicht, wie Herr **Chladni** glaubet, ein Mangel der Kenntniß unharmoniſcher Nebentöne der Scheiben und Glocken, welcher einen **Rameau**, **D'Alembert** und **Rouſſeau** bewog, die Grundſätze der Muſik aus den Nebentönen, welche ſich allemahl mit den Haupttönen vermiſchen, herzuleiten; ſondern die Ueberzeugung, daß die Nebentöne der muſikaliſchen Inſtrumente allezeit harmoniſche Töne ſind, und daß man bey der Erklärung der Grundſätze der Muſik nicht auf die unreinen Töne der Scheiben und Glocken, ſondern bloß auf die reinen und muſikaliſchen zu ſehen habe.

Es iſt bekannt, daß gleich lange, gleich dicke, und gleich geſpannte Saiten in einerley Zeit gleich viel Schwingungen machen, folglich einerley Ton geben. M. ſ. **Einklang**. Geben aber Saiten in einerley Zeit nicht gleich viel Schwingungen, mithin verſchiedene Töne, ſo wird ihr Unterſchied, oder Intervall, durch das geometriſche Verhältniß ihrer in einerley Zeit Statt findenden Schwingungszahlen ausgedrückt. Das Zuſammenklingen mehrerer Töne zugleich iſt unſerm Gehör angenehm, das von andern Tönen aber unangenehm; in dem erſtern Falle heißen die Intervalle **Conſonanzen**, im andern **Diſſonanzen**, von welchen eigene Artikel handeln.

Die gefälligſten Conſonanzen ſind die Oktave, Quinte und Terze vom tiefern Tone. Denn weil ein jeder muſikaliſcher Ton mit ſeinen höhern Oktaven, Quinten, und Terzen, ob ſie gleich nur undeutlich und ſchwach mitklingen,

vermiſcht iſt, ſo haben wir eine Fertigkeit und Neigu
uns dieſe Nebentöne mit vorzuſtellen, ſo oft wir einen ſolc
Ton hören, und es iſt uns daher angenehm, wenn dieſe N
gung auf eine vollkommene Art befriediget wird. Gewöh
lich iſt man der Meinung, daß dieſes vorzügliche Wohl
fallen an den Oktaven, Quinten und Terzen von dem lei
ten Verhältniſſe dieſer Töne zu dem Grundtone herrüh
Allein Herr Hube bemerket, daß dieſe Meinung kaum e
ernſtliche Widerlegung verdiene. Denn da die Luftſtö
welche unſer Ohr empfange, indem es einen Ton hört, t
zu ſchwach ſeyen, und viel zu ſchnell auf einander folgen,
daß wir ſie unterſcheiden und zählen könnten, da wir
ihrer nicht einmahl bewußt wären, wie ſey es möglich,
wir die Menge dieſer Schläge, die das Ohr in einer
wiſſen Zeit erhalte, zählen und vergleichen ſollten?
Empfindung des Ohrs ſey nicht die Wirkung einzelner L
ſtöße, ſondern vielmehr, ſo zu ſagen, eines Continuums
Luftſtößen, und daher hörten wir auch einen Ton, aber
fühlten nicht im Ohre eine Reihe von Luftſtößen. Ueber
klinge z. B. die Quinte noch immer angenehm, wenn
auch etwas zu niedrig ſey, wenn ſie ſich z. B. wie 40 : 27
Hauptton verhalte. Und dennoch werde das Ohr auf das ſ
ſte beleidiget, wenn zwey Töne zuſammenklingen, die ſic
6 : 7 gegen einander verhalten, ungeachtet das Verhä
6 : 7 viel leichter und einfacher ſey, als das von 40
Dergleichen Beyſpiele könne man noch ſehr viele anfüh
welche alle ganz augenſcheinlich bewieſen, daß unſere Em
dung beym Zuſammenklingen der Töne gar nicht davon
hänge, ob dieſe Verhältniſſe einfach und leicht ſind oder

Die Verſchiedenheit der Töne rühre davon her, da
jedem Schalle, den wir hörten, ſehr viele Lufttheilche
gleich mit ganz verſchiedener Stärke in unſer Ohr wi
daß ſie von verſchiedener Maſſe und Beſchaffenheit, und
auf dieſe, bald auf jene Art mit einander verbunden
Ueberdieß ſind in den vielen Reihen ähnlicher Luftſtöße,
das Ohr zugleich erhält, die einzelnen Stöße bald meh

weniger von einander entfernet, weil mit jedem Tone ſich unzählig viel andere Schalle von den umliegenden Körpern vermiſchten. Endlich hange die Beſchaffenheit eines Tons auch von der Art ab, wie er ſich nach und nach verändere. Denn er habe alle Mahl eine gewiſſe Dauer, und verändere ſich während derſelben beſtändig und oft ſehr merklich, wenn er gleich immer einerley Höhe und Tiefe behalte. Schlage man z. B. einen elaſtiſchen Körper mit einem andern, ſo bleibe dieſer an jenem allezeit etwas liegen, indem der Ton anfange. Er dämpfe alſo mehrentheils den Ton in ſeinem Anfange, und verändere ihn wenigſtens oft ſehr merklich, ſelbſt dadurch, daß er ſelbſt mit zittere, und ſeinen Schall mit dem Tone des Hauptkörpers vermiſche. Wie ſehr verſchieden ſey nicht der Ton eines Flügels von dem eines Fortepiano, bloß weil die Saite in jenem mit einer Rabenfeder geriſſen, in dieſem aber mit einem Hammer geſchlagen werde? So dämpften wir auch den Ton unſerer Stimme bald mit den Zähnen, bald mit den Lippen, u. ſ. w. entweder an ſeinem Anfange oder an ſeinem Ende, und dieſe Dämpfung ſey die eigentliche Urſache der großen Mannichfaltigkeiten der artikulirten Töne.

Hieraus erhelle nun, daß ein jeder Ton wenn er gleich noch ſo einfach ſey, eben ſo, wie ein jeder Körper, ſeinen eigenen Bau, ſein beſonderes Gewebe habe, wodurch er ſich auch von ſolchen Tönen ſehr deutlich unterſcheiden könne, die mit ihm gleich hoch oder tief ſind. So unterſcheiden ſich die Töne einer Geige und einer Flöte, eines Flügels und einer Harfe u. ſ. ſ. Selbſt in den Stimmen der Menſchen ſey eine ſo unendliche Mannichfaltigkeit, als in den Geſichtern.

Die Oktave, von welcher ein eigener Artikel handelt, entſteht durch das Verhältniß 2 : 1. Eben ſo entſtehen die doppelte, dreyfache, vierfache Oktave durch die Verhältniſſe 4:1; 8:1; 16:1. In der Muſiklehre bezeichnet man die Töne, welche um Oktaven aus einander liegen, durch denſelben Buchſtaben, nur mit einer kleinen Abänderung, als

C, c, $\bar{c}$, $\bar{\bar{c}}$, $\bar{\bar{\bar{c}}}$, ausgedrückt. Wenn man vorausſetzen kann, daß c in einer Sekunde 100 Schwingungen vollbringt, ſo werden auf c 200, auf $\bar{c}$ 400, auf $\bar{\bar{c}}$ 800, und auf $\bar{\bar{\bar{c}}}$ 1600 Schwingungen kommen, der untern Oktave von C oder den Contra-C werden nur 50 Schwingungen zukommen.

Ganz andere Töne gibt das Verhältniß 3 : 1. Vollendet C in einer Sekunde 100 Schwingungen, ſo iſt der Ton, welcher 300 Schwingungen macht, höher als c, aber tiefer als $\bar{c}$. Die Tonkünſtler bezeichnen ihn mit g, mithin ſeine untere Oktave, zu welcher 150 Schwingungen gehören, mit G, und ſeine obere mit $\bar{g}$. Auf dieſe Art entſtehet folgende Reihe

Schwing Zahl.	100	150	200	300	400	600	800
Nahmen	C	G	c	g	$\bar{c}$	$\bar{g}$	$\bar{\bar{c}}$

Das Intervall von C — G; c — g; $\bar{c}$ — $\bar{g}$ nennt man eine Quinte, und es iſt leicht zu erkennen, daß ihm zum Grundtone oder der Tonica C, c, $\bar{c}$ das Verhältniß 150 : 100 = 3 : 2 zukommt. Ueberdem ergibt ſich aus dieſer Reihe noch das Intervall G — c; g — $\bar{c}$; $\bar{g}$ — $\bar{\bar{c}}$, deſſen Verhältniß 150 : 200 = 3 : 4 iſt. Steigt man von C aus um dieſes Intervall, ſo bekommt man einen Ton der vier Mahl ſchwingt, indem C drey Mahl ſchwingt, welchem alſo 133⅓ Schwingungen zugehören. Dieſen Ton bezeichnet man mit F, f, $\bar{f}$, und das Intervall C — F oder G — c wird die Quart genannt. Auf ſolche Art kommen zur vorigen Reihe noch dieſe Töne.

133⅓	266⅔	533⅓	1066⅔
F	f	$\bar{f}$	$\bar{\bar{f}}$

Daraus ergibt ſich das neue Intervall F — G, f — g, $\bar{f}$ — $\bar{g}$ im Verhältniſſe 133⅓ : 150 = 8 : 9, welches die Sekunde, oder der Abſtand eines ganzen Tones genannt wird. Wenn man von C aus um dieſes Intervall ſteigt, ſo

ſo erhält man den Ton D, welchem $112\frac{1}{2}$ Schwingungen zukommen. Dieſer Ton gibt mit ſeinen Oktaven

$112\frac{1}{2}$ 225 450 900

D d $\bar{d}$ $\bar{\bar{d}}$

Eben ſo ergibt ſich in voriger Reihe das Intervall G — f, g — $\bar{f}$ in Verhältniſſe $150 : 266\frac{2}{3} = 9 : 16$, welches die **Septime** heißt. Durch dieſes Intervall bekommt man von C aus den Ton B von $177\frac{7}{9}$ Schwingungen, welchen man nebſt ſeinen Oktaven noch hinzuzuſetzen hat.

Setzt man hierzu noch das Verhältniß 5 : 1, ſo erhält man von dem Grundtone C aus einen Ton, dem 500 Schwingungen zukommen, und welcher folglich zwiſchen 450 und $533\frac{1}{3}$ oder zwiſchen $\bar{d}$ und $\bar{f}$ fallen muß, und mit $\bar{e}$ bezeichnet wird. Dieſer Ton gibt mit ſeinen Oktaven

125 250 500 1000

E e $\bar{e}$ $\bar{\bar{e}}$

gegen C, c, $\bar{c}$ das Intervall C — E im Verhältniſſe $100 : 125 = 4 : 5$ unter dem Nahmen der **großen Terz**. Durch Einführung dieſes Tones zeigt ſich das neue Intervall G — e im Verhältniſſe $150 : 250 = 3 : 5$ die **Sexte**. Dieſe gibt von C ausgerechnet den Ton A von $166\frac{2}{3}$ Schwingungen, der mit ſeinen Oktaven folgende Töne hervorbringt

$166\frac{2}{3}$ $333\frac{1}{3}$ $666\frac{2}{3}$ $1333\frac{1}{3}$

A a $\bar{a}$ $\bar{\bar{a}}$

Endlich ergibt ſich aus der Vergleichung des E mit F das Verhältniß $125 : 133\frac{1}{3} = 15 : 16$, welches das Intervall eines **halben Tones** heißt, und von der Oktave des Grundtones, oder von c herabwärts genommen, den Ton H von $187\frac{1}{2}$ Schwingungen gibt, deſſen Intervall vom Grundtone C - H im Verhältniſſe $100 : 187\frac{1}{2} = 8 : 15$ die **große Septime** heißt, ſo wie das Intervall A — c im Verhältniſſe $166\frac{2}{3} : 200 = 5 : 6$ die **kleine Terz** genennet wird.

Nach Eulers Erklärung beſteht aus dieſen Tönen das heutige ſo genannte **diatoniſche Syſtem**, worin den bisher angeführten Tönen folgende Schwingungszahlen zugehören.

C	D	E	F	G	A	B	H	c
100	$112\frac{1}{2}$	125	$133\frac{1}{3}$	150	$166\frac{2}{3}$	$177\frac{7}{9}$	$187\frac{1}{2}$	200

Dieſe Tonleiter, wobey B und H nur für eine Stufe zu rechnen iſt, gibt die Urſache der Benennung der Oktave, Quinte, Sexte und übrigen Intervalle an. Sie läßt ſich ſehr leicht durch die höhern Oktaven fortſetzen, wenn man von c aus auf d, e, f, g u. ſ. durch Verdoppelung der Zahlen von D, E, F, G u. ſ. fortgehet.

Wenn die Saiten gleich dick und gleich ſtark geſpannt ſind, ſo verhalten ſich die Schwingungszahlen verkehrt, wie ihre Längen. M. ſ. **Saiten.** Dividiret man daher 100 durch die Zahl eines jeden Tones, ſo entſtehen daraus folgende Verhältniſſe der Saitenlängen, die gewöhnlich **Verhältniſſe der Töne** ſelbſt genennet werden.

C	D	E	F	G	A	B	H	c
1	$\frac{8}{9}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$

Um hierüber Verſuche anzuſtellen, gebrauchet man das ſo genannte **Monochord** oder, wie es von einigen genannt wird, den **Tonmeſſer** (ſonométre), ein Werkzeug von einer einzigen Saite mit einem beweglichen Stege. Dieſes Inſtrument hat einen Reſonanzboden wie ein Klavier, und iſt an 3 Fuß lang, aber nur einige Zoll breit. Die Saite geht an beyden über einen Steg. Das eine Ende der Saite wird durch einen Wirbel geſpannt, das andere aber iſt gewöhnlich an dem vertikalen Arme eines kleinen Winkelhebels befeſtiget, dergleichen man ſich beym Zuge einer Klingel zu bedienen pflegt, oder man ſpannt es eben ſo wie das erſtere durch einen Wirbel. An dem horizontalen Arme dieſes an dem Inſtrumente angebrachten Hebels hängt ein Gewicht, welches man nach Gefallen verändern kann. Die ganze Länge der Saite iſt durch einen an der Seite befindlichen

Maß-

Maſsſtab in viele gleiche Theile getheilet, und mit Hülſe des beweglichen Steges läßt ſich die Länge der Saite in jedem beliebigen Verhältniſſe abändern, und zugleich bemerken, um wie viel dadurch der Ton höher oder tiefer wird. Auch macht man das Monochord, um mehrere Töne zugleich zu haben, bisweilen von 4 Saiten, an welchen zugleich Taſten zum Anſchlagen angebracht werden. Es ſey (fig. 13.) A C B D der Kaſten, a b, c d, e f, g h ſeyn vier gleich lange, gleich dicke und gleich ſtark geſpannte Saiten, b b, d d, f f, h h die Taſten zum Anſchlagen durch Federn oder Hämmer, und l k und p m Schieber, an deren Enden k und m Stege befindlich ſind, ſo daß beym Anſchlagen der andern und dritten Saite nur die Längen k d und m f klingen; auch ſey unter der vierten Saite ein Steg n genau auf ihrer halben Länge geſtellt, damit nur die halbe Saite n h töne. Waren nun anfänglich die Saiten ſo geſtimmt, daß ſie einerley Ton z. B. C angaben, ſo wird alsdann die halbe Saite n h, die Oktave c ſtimmen. Wenn man ferner die Schieber p m und l k ſo weit einſchiebt, daß m f gerade $\frac{2}{3}$, und k d $\frac{4}{5}$ der ganzen Länge a b ausmacht, ſo wird m f die Quinte G, k d aber die große Terz E angeben u. ſ. w. Zum Gebrauche iſt es bequemer, wenn die ledigen Saiten, ehe noch die Stege darunter geſtellt werden, ſo geſtimmt ſind, daß a b eine reine Oktave tiefer angibt, als die übrigen drey Saiten.

Das Tonſyſtem der alten Griechen war von dem bisher Angeführten gar ſehr verſchieden: Merkur ſoll vermöge einer Tradition zuerſt aus vier zwiſchen zwey Stierhörnern geſpannten Saiten die Lyra gebildet haben, welche nur die vier Töne hatte, die wir etwa jetzt mit A, d, e, a bezeichnen. Alſo enthielt dieſes Syſtem nur zwey Quarten und zwey Quinten, nämlich A — d; e — a; A — e; d — a. In der Folge wurden dieſe Saiten vermehret, daß der Anzahl nach ihrer 8 waren. Vermuthlich ging es hiermit ſo zu; man kam zuerſt darauf, auch dem Tone d ſeine Quarte g zu geben, und dem Tone e die Unterquarte B beyzufügen. Auf ſolche Art

entſtanden 4 in einander geſchobene Quarten (Tetrachorde).
Wenn man auch dem Tone g ſeine Quarte c noch zuordnen wollte, ſo ging dieſe zwar ſchon über die urſprüngliche Oktave A — a hinaus; allein man konnte die Unteroktave c derſelben dem Syſteme hinſetzen, und alsdann noch die Quarte f von derſelben beyfügen. So entſtand aus den zwey erſten Quarten bloß durch das Verhältniß 3 : 4 folgendes Syſtem von 8 Saiten

A	B	c	d	e	f	g	a
1	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{81}{128}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{2}$

worin bey der Fortſetzung durch die folgenden Oktaven ein jeder Ton ſeine reine Ober- und Unterquarte hat, der Ton f ausgenommen, dem ſeine Oberquarte $\frac{3}{4} \cdot \frac{81}{128} = \frac{243}{512}$ fehlt. Nachher wurde dieſe zwar eingeführet, und die erſte Oktave mit dem Verhältniſſe $\frac{243}{256}$ heruntergetragen; allein die Saite erhielt keinen neuen Nahmen, ſondern wurde von den neuern als B betrachtet, dagegen das ehemalige B nunmehr mit B ♮ bezeichnet wurde, wofür nachher H geſetzet worden iſt.

Wenn man dieß alte Tonſyſtem nach jetziger Art mit C anfängt (welchem Tone oben $\frac{27}{16}$ zugehöret), ſo müſſen alle vorhergehende Verhältnißzahlen durch $\frac{16}{27}$ multipliciret werden, und daraus ergibt ſich folgende Reihe:

C	D	E	F	G	A	B	H	c
1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1}{2}$

Um nun die Größe der Stufen in einem ſolchen Syſteme zu beſtimmen, muß eine jede folgende Zahl durch die vorhergehende dividiret werden, und daraus erhält man folgende Stufen des alten Syſtems

C	D	E	F	G	A	H	c
$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{243}{256}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{243}{256}$	

Man ſieht alſo hieraus, daß in dem alten Syſteme, wo jeder ganze Ton um $\frac{8}{9}$ und jeder halbe um $\frac{243}{256}$ fortging, gar keine reine Terzen von $\frac{4}{5}$ und $\frac{5}{6}$ vorkamen; ſondern es hatten die großen Terzen das Verhältniß $\frac{64}{81}$, die kleinen das

das $\frac{27}{32}$; dagegen waren die Quarten und Quinten völlig rein, die Quinte von H ausgenommen, welche gar nicht vorkam. Außer dieſem **diatoniſchen** Syſteme hatten die Alten noch ein **enharmoniſches** oder **chromatiſches** Syſtem, in welchem ſich mehrere und zum Theil ſehr fein unterſchiedene Töne befanden *). Dieſes Syſtem iſt bis in das 16te Jahrhundert beybehalten worden. Hieraus mußte aber nothwendig ein ganz eigener Charakter der alten Muſik entſtehen, welche überhaupt mehr auf Melodie als auf Harmonie beruhete, bey welcher letztern die unreinen Terzen eine eigne Wirkung thun mußten. Alles dieß geht aber bloß die muſikaliſchen Inſtrumente an, welche den Geſang begleiteten; unſtreitig wird dabey der freye Sänger, der ſeine Töne ſo, wie es das Gehör verlangt, hervorbringen darf, auch ohne Abſicht ſtatt der unreinen ſyſtematiſchen Terzen die angenehmern geſungen haben.

Nachdem aber in Italien eigene Lehrſtühle der Muſik errichtet wurden, fing der gelehrte Venetianiſche Tonkünſtler **Giuſeppe Zarlino** an, das alte diatoniſche Syſtem zu verbeſſern. Es ſcheinet, es habe ihm die **harmoniſche Theilung**, welche von dieſer Zeit an ſo vielen Beyfall erhielt, Veranlaſſung dazu gegeben. Denn durch die harmoniſche Theilung der Oktave C — c ($1 : \frac{1}{2}$) wird man auf die Quinte $G = \frac{2}{3}$ geleitet; durch die andere Theilung auf die große Terz $E = \frac{2}{2{,}5} = \frac{4}{5}$; durch die dritte Theilung auf die Sekunde $D = \frac{2}{2{,}25} = \frac{8}{9}$. Die Oktave arithmetiſch getheilt gab die Quarte $F = \frac{3}{4}$. Die obere Quinte F — c wieder harmoniſch getheilt, gab die Sexte $A = \frac{3}{5}$. Nun war noch das Intervall der kleinen Terz A — c mit einer Mittelſaite auszufüllen, wobey aber weder harmoniſche noch arithmetiſche Theilung half, indem beyde keine diatoniſche Intervalle

*) M. ſ. dictionaire de muſique par *J. J. Rouſſeau* à Paris 1767. 4. art. *Syſtème*.

mehr gaben. Daher half man ſich mit der doppelten Saite BH, wo B die reine Quart von F, mithin $\frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{4}{16}$, H die reine große Terz von G, alſo $\frac{4}{5} \cdot \frac{2}{3} = \frac{8}{15}$ ausmachte. Auf ſolche Art erhielt man das neue bereits oben angeführte Tonſyſtem, in welchem jeder Ton eine ganz reine, entweder große oder kleine Terz hat, den einzigen Ton D ausgenommen, deſſen Terz D — F nur $\frac{27}{32}$ iſt. Dagegen haben hier D und H keine reinen Quinten, und A keine reine Quart. Unterſucht man die Stufen dieſes Syſtems, ſo findet man folgendes

C		D		E		F		G		A		H		c
	$\frac{8}{9}$		$\frac{9}{10}$		$\frac{15}{16}$		$\frac{8}{9}$		$\frac{9}{10}$		$\frac{8}{9}$		$\frac{15}{16}$	

daß folglich drey größere, zwey kleinere und zwey halbe Töne vorkommen.

Die alten Tonkünſtler bedienten ſich dieſer diatoniſchen Leitern ehedem ſo, daß ſie von den Saiten des Syſtems bald dieſe, bald jene, nur B und H ausgenommen, zum Grundtone wählten, woraus das Stück componiret wurde. Da aber C und F nur große, D, E, A, H hingegen kleine Terzen in der neuern Tonleiter hatten, ſo war man auch nur vermögend, aus den erſtern Stücke in der harten, und aus dem andern Stücke in der weichen Tonart zu ſetzen. Ueberdem konnte auch kein Intervall verändert werden, nur H ausgenommen, wofür B geſetzet werden konnte, ſo daß der einzige Ton G beyde zu Terzen hatte. Wenn man daher ein componirtes Stück transponiren wollte (z. B. aus G ſpielen, welches aus C geſetzet war), ſo verlor es auf den Inſtrumenten ſeinen ganzen Charakter; der Schluß H — c, welcher dem Gehör ſo angenehm iſt, verwandelt ſich in den unerträglichen F — G, welcher, ſich durch einen großen ganzen Ton erſtrecket. Beym Singen traf man wohl das richtige Intervall nach dem Gehör, aber Orgel und Inſtrument beſaßen es nicht.

Dieß gab Veranlaſſung, zu den bisherigen Tönen noch die großen Terzen von D, E, A, H unter den Nahmen des um einen halben Ton erhöheten F, G, C, D oder Fis, Gis, Cis,

Cis, Dis hinzuzuſetzen, jedoch ſo, daß ſie auch gegen die Stimmung der übrigen Töne gehalten ziemlich reine Intervallen geben ſollten, um ſich derſelben überall bedienen zu können, wo es das Bedürfniß des transponirten Geſanges erfordert. Allein beydes zugleich läßt ſich nicht vollkommen erreichen. Soll z. B. Fis die reine Terz von D ſeyn, ſo muß es $= \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{9} = \frac{32}{45}$ genommen werden; ſoll es aber die reine Sexte vom Contra-A geben, ſo wird verlangt, daß es $\frac{3}{5} \cdot \frac{6}{5} = \frac{18}{25}$ ſey. Was es übrigens bey der Einführung dieſer Töne für eine eigentliche Bewandtniß gehabt habe, läßt ſich nicht genau beſtimmen.

In der Folge fing man auch an, dieſe Töne als Grundtöne zu gebrauchen, ſo daß aus jedem der zwölf Töne des neuen Syſtems ſowohl in der harten als auch weichen Tonart ſollte muſiciret werden können. Ob durch dieſe Veränderung der Muſik ein größerer Vortheil erwachſen ſey, iſt noch ſtreitig. Die Alten hatten wenigſtens bey ihren wenigern Grundtönen mehr Tonarten, deren eigenthümlicher Ausdruck verſchieden war, und von deren beſondern Wirkung noch ſchöne Beyſpiele in den ältern Kirchenmelodien ſich finden.

Der neuen Abſicht zu Folge ſollte nun das Syſtem eine ſolche Einrichtung erhalten, daß eine jede der zwölf Saiten ihre reine große und kleine Terz, Quarte und Quinte hätte. Allein dieß iſt unmöglich, ohne noch mehrere neue Töne einzuführen. Man könnte aber auch alsdann wieder verlangen, dieſe als Grundtöne zu gebrauchen; dieſes würde wieder neue Terzen u. ſ. w. erfordern, und auf ſolche Art das Syſtem ins Unendliche vermehren. An ſich liegen auch zwiſchen jeder Oktave eine unendliche Menge verſchiedener Töne.

Man muß daher zufrieden ſeyn, bey den zwölf Tönen des bisherigen Syſtems ſtehen zu bleiben, und ihnen eine ſolche Stimmung zu geben, daß ein jeder Ton zum Grundtone gewählet werden könne, ohne jedoch das Gehör zu beleidigen. Hierbey iſt es aber unmöglich, lauter reine Intervalle zu erhalten, daher muß man ſich begnügen, eine ſolche

Einrichtung zu treffen, bey welcher die möglichſt kleinſte Abweichung von der höchſten Reinigkeit Statt finde, und eben eine ſolche Einrichtung des Tonſyſtems führet den Nahmen der **Temperatur.**

Man hat ſehr viele ſolche Temperaturen vorgeſchlagen. Eine der merkwürdigſten iſt die ſo genannte **gleichſchwebende** oder **mathematiſche** Temperatur, bey welcher die Oktave C — c in 12 gleiche Intervalle oder Stufen getheilet wird. Um dieſes zu erhalten, muß man alſo die Längen der Saiten durch eine Reihe von 12 geometriſchen Proportionalzahlen ausdrücken, oder welches einerley iſt, zwiſchen 1 und ½ eilf mittlere geometriſche Proportionalzahlen ſuchen. Hierzu haben die Tonkünſtler allerley Anweiſungen gegeben, theils durch Zeichnung, theils durch Rechnung. Die leichteſte Methode iſt, zwiſchen den Logarithmen von 1 und ½ eilf arithmetiſche mittlere Proportionalzahlen zu ſuchen, und dieſe als Logarithmen der zugehörigen Saitenlängen anzuſehen. Der Unterſchied dieſer Logarithmen iſt der zwölfte Theil des Logarithmen von ½ oder — 0,0250858. Man findet hierdurch

Töne	Logarithmen	Saitenlängen
C	4,0000000 — 4	1,0000
Cis	3,9749142 — 4	0,9438
D	3,9498283 — 4	0,8909
Dis	3,9247425 — 4	0,8409
E	3,8996567 — 4	0,7937
F	3,8745808 — 4	0,7491
Fis	3,8494850 — 4	0,7071
G	3,8243991 — 4	0,6674
Gis	3,7993132 — 4	0,6300
A	3,7742275 — 4	0,5946
B	3,7491417 — 4	0,5612
H	3,7240558 — 4	0,5297
c	3,6989700 — 4	0,5000

Dieſe Temperatur iſt ohne allen Zweifel diejenige, welche die größte Annäherung an die Reinigkeit für alle Conſonanzen gewähret. Die Intervallen der Quinten fallen nämlich ins-

insgeſammt um ein ſehr weniges kleiner aus als im Verhältniſſe 3:2; die Intervalle der großen Terzen aber um etwas weniges zu groß, und die Intervalle der kleinen Terzen wieder ein wenig zu klein. Die Rechnung zeiget, daß die Schwebung der großen Terzen ein wenig mehr, als die Schwebung der Quinten, und die Schwebung der kleinen Terzen wieder ein wenig mehr, als die Schwebung der großen Terzen betrage. Auf ſolche Art treffen die ſtärkſten Schwebungen die mindervollkommenen Conſonanzen, welches dem feinen muſicaliſchen Gehör deſto weniger Anſtoß macht. Bey allen dieſen Vortheilen aber ſcheint es doch, als ob es bey den Tonkünſtlern noch nicht völlig entſchieden ſey, ob die gleichſchwebende Temperatur vor jeder andern ungleichſchwebenden den Vorzug behaupte; oder ob vielleicht die eine und die andere ungleichſchwebende Temperatur der gleichſchwebenden vorzuziehen ſey? Bey der gleichſchwebenden Temperatur ſind alle Tonarten gleich gut, und jede Tonart iſt mit der andern einerley; man kann alſo ohne Beleidigung des Gehörs aus einem Tone in den andern gehen. Allein es zeiget ſich bey derſelben die große Schwierigkeit der Stimmung, welche bey ihr nicht anders, als nach einem genau getheilten Monochord möglich iſt, und andere Tonkünſtler ſind der Meinung, daß eine jede Tonart ihren beſondern Charakter haben müſſen, und eben das mache verſchiedene Tonarten auch zu verſchiedenen Arten des Ausdrucks geſchickt.

Herr Dan. P. Strähle *) hat ein Verfahren angegeben, wie die Eintheilung des Monochords durch eine geometriſche Conſtruktion gefunden werden kann. Man theile nämlich (fig. 14.) eine Linie BC in 12 gleiche Theile, und beſchreibe über ſelbiger das gleichſchenklichte Dreyeck BCA ſo, daß AB = AC = 2 BC; hiernächſt ziehe man aus der Spitze A nach allen Theilungspunkten der Linie BC gerade Linien, wie AV, Af, Ae. Hierauf nehme man ferner Bc = Bf oder = $\frac{7}{12}$ BC, und ziehe Cc, welches man bis k verlängert, ſo daß cK = cC wird. Stelle nun

*) Abhandl. der ſchwed. Akad. B. V. S. 226 u. f.

nun KC die ganze Länge der Saite des Monochords für den Ton C vor, ſo wird dieſe Länge KC von den Theilungslinien AV, AF, Ae ſo durchſchnitten, wie es den Tönen des Syſtems gemäß iſt. Schiebt man alſo den beweglichen Steg von C, unter E, F, Gis, c, ſo gibt das Monochord die Töne an, welche dieſen Nahmen führen. In einer darauf folgenden Abhandlung hat Herr Jacob Faggot eine trigonometriſche Rechnung darüber angeſtellt, und darin eine ganz neue vorher unbekannte Temperatur zu finden geglaubt. Allein bey dieſer Rechnung hat er ſich ſehr verſehen, indem er gleich bey der Auflöſung des Dreyecks BCc an Statt der Logarithmen der Tangenten (durch Verwechſelung der Logarithmen in den Tafeln) die Logarithmen der zugehörigen Sinus nimmt, und dadurch den Winkel c faſt 7° zu klein findet, welcher Rechnungsfehler in alle folgende Reſultate Einfluß hat. Herr Funk *) hat dieſe Rechnung einer ſchärfern Prüfung unterworfen, und ſie richtig geführet, wobey er zugleich gezeigt hat, daß man durch dieſe Conſtruktion nichts weiter, als eine Annäherung an die gleichſchwebende Temperatur erhält.

Die gleichſchwebende Temperatur haben beſonders die Herren Rameau, D'Alembert und Andere mehr vertheidiget.

Dagegen hat Herr Kirnberger β) eine Temperatur angegeben, welche ein jeder guter Stimmer, meiſtens durch Quinten, ohne große Mühe treffen kann, und welche nicht, wie viele andere vorgeſchlagene, manchen Tönen vorzüglich reine Intervalle, zum Schaden der übrigen, gibt, ſondern ſich mehr an das hält, was der Natur des reinen Geſanges aus jedem Grundtone am nächſten kömmt. Die Verhältniſſe dieſer Temperatur ſtellt folgende Tafel dar, wo man ſie ſehr leicht mit den der gleichſchwebenden Temperatur vergleichen kann:

*) Progr. de ſono et tono. Lipſ. 1779. 4.

β) Die Kunſt des reinen Satzes in der Muſik. Berlin, 1771. 4.

C	1	1,0000	G	$\frac{2}{3}$	0,6667
Cis	$\frac{243}{256}$	0,9492	Gis	$\frac{81}{128}$	0,6328
D	$\frac{8}{9}$	0,8889	A	$\frac{161}{270}$	0,5963
Dis	$\frac{27}{32}$	0,8437	B	$\frac{4}{16}$	0,5625
E	$\frac{4}{5}$	0,8000	H	$\frac{8}{15}$	0,5313
F	$\frac{3}{4}$	0,7500	c	$\frac{1}{2}$	0,5000
Fis	$\frac{32}{45}$	0,7111			

Noch mehreren Unterricht über dieſen Gegenſtand kann man in G. F. T. (Tempelhof) Gedanken über die Temperatur des Herrn Kirnbergers (Berlin, 1775. 8.) und Marpurgs Verſuch über die muſikaliſche Temperatur (Breslau, 1776. 8.) finden.

Uebrigens gibt es aber für die Tiefe und Höhe der Töne gewiſſe Gränzen, über welche hinaus unſer Gehör keinen Ton weiter unterſcheiden kann. Sauveur ſetzt für den tiefſten hörbaren Ton den von $12\frac{1}{2}$ und für den höchſten den von 6400 Schwingungen in einer Sekunde, welche um neun Oktaven von einander abſtehen. Euler aber ſchränket dieſe Gränzen auf 30 und 7520, oder nach neuern Beſtimmungen auf 20 und 4000 Schwingungen ein, welches ungefähr acht Oktaven ausmacht.

Unſere Inſtrumente enthalten gewöhnlich zehn Oktaven, welche folglich 121 Töne geben. Der tiefſte Ton der Orgeln kommt von einer 32 Fuß langen, und der höchſte von einer $3\frac{1}{2}$ Fuß langen Pfeife. Zum Geſange ſelbſt aber werden die zwey unterſten und drey oberſten dieſer Oktaven nie gebraucht. Sie dienen bloß zur Verſtärkung der Harmonie.

Das zur Melodie brauchbare Tonſyſtem geht von C bis c, oder von dem Tone von 8 Fuß bis zu den von $\frac{1}{4}$ Fuß durch eine Reihe von 61 Tönen. Allein ſchon hiervon iſt der Gebrauch der oberſten Oktave nur außerordentlich.

Von der Aehnlichkeit der Töne mit den Farben ſ. m. die Artikel, Farbenbild, Farbenklavier.

M. ſ Eulers Briefe an eine deutſche Prinzeſſinn a. d. Franz. durch Kries. Th. I. Br. 4–7. J. G. Sulzers allge-

allgemeine Theorie der ſchönen Künſte. Leipz. 1786. 8. Art. Ton, Syſtem, Temperatur. Karſten Anfangsgründe der Naturlehre mit Anmerk. von Gren. Halle, 1790. 8. Abſchn. XVII. Hube vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. III. Leipzig, 1794. 8. 61—66. Brief

Topf, Papinianiſcher ſ. Papinianiſche Maſchine.

Torf ſ. Sümpfe.

Torricelliſche Leere ſ. Leere.

Torricelliſche Röhre ſ. Barometer.

Trabanten ſ. Nebenplaneten.

Trägheit (inertia, inertie) heißt das Unvermögen der Körper, ſich zur Bewegung oder Ruhe, als Veränderung ihres Zuſtandes, zu beſtimmen. Die Materie, als bloßer Gegenſtand äußerer Sinne, hat keine andere Beſtimmungen, als die der äußern Verhältniſſe im Raume, und erleidet folglich auch keine Veränderungen, als die ihr räumliches Verhältniß betreffen. In Anſehung dieſer als Wechſels der Ruhe mit der Bewegung oder der Bewegung mit Ruhe, oder der einen Bewegung mit einer andern, muß eine Urſache Statt finden. Dieſe Urſache aber kann nicht innerlich ſeyn; denn die Materie hat keine ſchlechthin innere Beſtimmungen und Beſtimmungsgründe. Mithin iſt alle Veränderung einer Materie auf äußere Urſache gegründet.

Dieß ſtimmt auch ganz vollkommen mit der Erfahrung überein. Es iſt nämlich eine bekannte Sache, daß Anwendung der Kraft erfordert wird, um einen ruhenden Körper in Bewegung zu bringen, und einen bewegten in Ruhe zu verſetzen. Wenigſtens fühlen wir in uns eine ſolche Anwendung der Kraft, wenn die angeführten Zuſtände der Körper hervorgebracht werden ſollen; aber eben daher ſchließen wir auch in andern Fällen, wo wir Bewegung oder Ruhe ohne unſer Zuthun verändert wahrnehmen, daß eine äußere Urſache dieſe Veränderung hervorbringe, und daß kein Körper ſeinen Zuſtand ohne eine ſolche äußere Urſache ändern könne.

So

So richtig dieſe Vorſtellung iſt, ſo hat man doch von jeher mehr in den Begriff der Trägheit gelegt, als er wirklich enthält. **Carteſius** *) behauptete, ein jeder Körper beſitze eine Kraft, in ſeinem vorigen Zuſtande zu beharren, mithin die Ruhe fortzuſetzen, wenn er ruhe, und in Bewegung zu bleiben, wenn er ſich bewege. Dabey nimmt er noch an, daß es auf die Richtung des bewegten Körpers gar nicht ankomme, er mag zurück, ſeitwärts, oder nach jeder andern Richtung hingehen; es ſoll alſo eine Kraft ſeyn, welche den Körper beſtändig in ſeiner Bewegung erhalte, ohne weiter auf ſeine Richtung Rückſicht zu nehmen.

Daß ſolche irrige Begriffe von der Trägheit der Körper keine richtige Geſetze des Stoßes geben konnten, iſt bereits unter dem Artikel, **Stoß der Körper**, gezeigt worden.

Weit richtigere Vorſtellungen hatten die Erfinder der wahren Geſetze des Stoßes, beſonders **Huygens**. Man erkannte, daß eine jede von der vorigen Richtung abgeänderte Bewegung eine neue Urſache erfordere, und daß folglich kein Körper eine krummlinigte Bahn beſchreiben könne, wenn nicht in jedem Punkte derſelben eine neue von der vorigen Richtung ablenkende Kraft wirke. Auch **D. Hook** ſchlug dieſen Grundſatz in ſeiner neuen Mechanik der Himmelskörper vor. M. ſ. **Gravitation**. Endlich drückte **Newton** die ganze Sache ſehr richtig und beſtimmt im folgenden Satze aus β): corpus omne perſeuerare in ſtatu quieſcendi et mouendi vniformiter in directum, niſi quatenus a viribus impreſſis cogitur ſtatum illum mutare.

Dieſer Satz iſt ſeit dieſer Zeit als eine der erſten Grundſätze in der Mechanik eingeführet worden, und hat den Nahmen des **Geſetzes der Trägheit** (lex inertiae) erhalten. Dieſem Geſetze zu Folge iſt Kraft nöthig, einen ruhenden Körper in Bewegung zu verſetzen, und den bewegten Körper in ſeiner Richtung oder Geſchwindigkeit zu ändern. Wenn aber

*) Princip. philoſoph. Par. II. prop. XXXVII.

β) Princip. natur. Lib. I. axiomata ſ. leges motus. lex. I.

aber die Kraft auf den Körper zu wirken aufhört, ſo verbleibt er in dem letzten Zuſtande, worin ihn die Kraft verſetzet hat, d. h., er kommt entweder zur Ruhe, oder bewegt ſich mit der letzten Geſchwindigkeit nach derjenigen Richtung, nach welcher ihn die Kraft trieb, gleichförmig und geradlinigt fort, bis wieder eine neue Kraft dieſen Zuſtand ändert. Wenn daher bey der krummlinigten Bewegung eines Körpers diejenige Kraft, welche ihn in der krummen Bahn erhält, den Augenblick zu wirken aufhörte, ſo würde nun der Körper mit dem letzten Antriebe in einer geraden Linie gleichförmig ſich fortbewegen, welche eine Tangente der Curve wäre.

Es verhält ſich alſo hierbey die Materie ganz leidend, ſie beweget ſich nicht, wenn nicht eine äußere Urſache auf ſie wirket, und ſie ſetzt beſtändig ihre einmahl erlangte Bewegung gleichförmig fort, wofern nicht ebenfalls eine äußere Urſache dieß ändert. Es will alſo das Geſetz der Trägheit nichts weiter ſagen, als alle Materie, als ſolche, iſt **leblos**.

Bleibt man bey dieſem richtigen Begriffe der Trägheit ſtehen, ſo laſſen ſich alle die Streitigkeiten, die man über die Kraft der Trägheit geführet hat, ſehr leicht beurtheilen. Man ward nämlich auf den Gedanken der **Trägheitskraft** (vis inertiae) durch folgende Erfahrung geleitet: man fand, daß bey jeder Aenderung des Zuſtandes eines Körpers Kraft aufgewendet wird; daher ſtellte man ſich vor, in dem trägen Körper müſſe eine eigene Kraft liegen, welche derjenigen entgegen wirke, die ihn in einen andern Zuſtand zu verſetzen ſtrebe. Allein man hat hier offenbar das Geſetz der einer jeden Wirkung entgegengeſetzten gleichen Gegenwirkung mit dem Geſetze der Trägheit verwechſelt. Denn jenes ſagt, was die Materie thut, dieſes aber was ſie nicht thut, welches dem Ausdruck der Trägheit offenbar angemeſſener iſt. Da nun die Trägheit der Materie nichts weiter bedeutet, als ihre **Lebloſigkeit**, als Materie an ſich ſelbſt, ſo folgt ohne alle Umſchweiſe, daß der Ausdruck Trägheitskraft ganz ohne Sinn iſt.

Briſſon

Briſſon und Nollet ſuchten zu erweiſen, daß die Trägheitskraft (da man z. B. Kraft anwenden muß, um eine auf einem Tiſche liegende Kugel fortzubewegen) nicht vom Widerſtande der Luft herrühre, 1) weil ſie auch im luftleeren Raume Statt finde, 2) weil Widerſtand der Luft ſelbſt Trägheit vorausſetze, und 3) weil ſich die Trägheit nicht wie die Oberfläche verhalte. Andere z. B. P. Gardon α) und Kratzenſtein β) halten die Trägheitskraft für einerley mit der Schwere. Man ſieht ſehr leicht, daß alle dieſe Gedanken dem Begriffe der Trägheit ganz entgegen ſind, und daher eigentlich gar nichts ſagen. Weit richtiger von der Trägheit dachten Stewart γ) und Leopold Hermann δ).

D. Franklin ε) hält die Trägheit für ein Unding, und meint, alles würde bey den Körpern gerade ſo erfolgen müſſen, wie jetzt, wenn man gleich kein ſolches Beſtreben in ihrem Zuſtande zu beharren, keine Trägheit, bey denſelben wahrnähme. Hier iſt offenbar, daß dieſer Phyſiker von der Trägheit mehr erwartet, als aus dem richtigen Begriff derſelben fließt, und alſo eigentlich nur, wie es mehreren Phyſikern ergangen iſt, bloß den unrichtigen Begriff beſtreitet, den er ſich von der Sache gemacht hat. Auch hat er in einer neuen Schrift ζ), bey Erklärung eines mechaniſchen Phänomens, wiederum von der Trägheit Gebrauch gemacht.

Euler η) ſucht aus der Trägheitskraft, welche dem zur Denkkraft gehörigen Vermögen, ſeinen Zuſtand unaufhörlich zu ändern, gerade entgegengeſetzt ſey, zu erweiſen, daß Gott ſelbſt der Materie keine Denkkraft verleihen könne. Allein

ſchwer-

α) Phyſicae experim. elementa. Erf. 1751. 8. Tom. I. p. 42.

β) Diſſ. amolitia vis inertiae et vis repulſiuae. Havn. 1770. 8.

γ) Some remarks on the laws of motion and the inertie of matter in den Edinb. eſſays Vol. I. p. 70.

δ) Comment. de inertia Halae 1774. 4.

ε) On the vis inertiae of matter in a lettre to Mr. Baxter in *Benj. Franklin's* Political, miſcellaneous and philoſophical pieces. Lond. 1779. 4. p. 479.

ζ) Maritime obſervations in den Philoſ. Transact. of the American Society. Vol. II. p. 308.

η) Enodatio quaeſtionis, vtrum materiae facultas cogitandi tribui poſſit necne; in opuſc. var. argum. T. I. Berol. 1746. 4. p. 277. ſq.

ſchwerlich läßt ſich wohl aus dem Begriffe der Trägheit der Materie, als Lebloſigkeit derſelben, beweiſen, daß ſie ihrem Weſen nach völlig kraftlos ſeyn müſſe; denn ſonſt würde ſie zu gar keiner Bewegung fähig ſeyn. Leben kann man der Materie als ſolcher nicht zuſchreiben. Das Leben beſteht nähmlich in dem Vermögen einer Subſtanz, ſich aus einem innern Princip zum Handeln, einer endlichen Subſtanz ſich zur Veränderung, und einer materiellen Subſtanz ſich zur Bewegung oder Ruhe, als Veränderung ihres Zuſtandes, zu beſtimmen. Nun kennen wir kein anderes inneres Princip einer Subſtanz, ihren Zuſtand zu verändern, als das Begehren, und überhaupt keine andere innere Thätigkeit, als Denken, mit dem, was davon abhängt, Gefühl der Luſt oder Unluſt, und Begierde oder Willen. Dieſe Beſtimmungsgründe und Handlungen gehören aber nicht zu den Vorſtellungen äußerer Sinne, und folglich auch nicht zu den Beſtimmungen der Materie als Materie. Auch fließt aus demſelben Begriffe der Trägheit, als bloßer Lebloſigkeit, daß ſie nicht ein poſitives Beſtreben, ſeinen Zuſtand zu erhalten, bedeute. Nur lebende Weſen werden in dieſem letzten Verſtande träg genannt, weil ſie eine Vorſtellung von einem andern Zuſtande haben, den ſie verabſcheuen, und ihre Kraft dagegen anſtrengen.

Prieſtley, durch eben den falſchen Begriff von Trägheit verleitet, meint, man ſchände die Materie, wenn man ſie für träg halte, und ſucht ſie zu veredeln, indem er ihr Trägheit und Undurchdringlichkeit abſpricht. De Lüc aber zeigt ihm, daß ſeine aus lauter Kräften und Wirkungskreiſen zuſammengeſetzte Materie im wahren Sinn des Worts dennoch wieder träg ſeyn würde, wobey doch auch Herr de Lüc bemerkt, daß vielleicht in der Materie mehr liege, als wir mit unſern Sinnen darin wahrzunehmen vermögen. M. ſ. Materie.

Am ſchönſten hat Herr Käſtner *) den Begriff der Trägheit erörtert, ob er gleich zuletzt, mit denjenigen, die ihm gefolgt ſind, wieder mehr daraus folgert, als mit der Natur

der

*) Anfangsgründe der höhern Mechanik. Abſchn. I. Cap. 2.

der Sache beſtehen kann. So ſoll eine richtige Folge aus dem Begriffe der Trägheit ſeyn, daß ſich die Trägheit, wie die Menge der Materie verhalte, d. h. in einem Körper von doppelter, dreyfacher Maſſe u. ſ. f. eben ſo viel Aenderung des Zuſtandes hervorzubringen, ſey doppelt, dreymahl ſo viel Kraft u. ſ. nöthig, als in einem Körper von einfacher Maſſe ein gleiches zu thun. Dieß ſey nun ganz natürlich, da wir keine andere, als bloß träge Maſſe kennten, alſo die doppelte Maſſe ſo viel ausmache, als zwey Körper, deren jeder die einfache Kraft erfordere u. ſ. f. Dieſen Satz beſtritt ſchon Gren in der zweyten Ausgabe ſeines Grundriſſes der Naturwiſſenſchaft. Dieſer behauptete, die Trägheit der Materie könne derſelben keine Kraft ertheilen, zu widerſtehen in Ruhe oder Bewegung, und daraus folge von ſelbſt, daß die träge Materie die zur Aenderung ihres Zuſtandes der Ruhe oder Bewegung angewandte Kraft nicht vermindere, in ſo fern ſie bloß träge ſey, und ihr keine Kräfte inhärirten, die jener Kraft entgegenwirkten, und ſie dadurch vermindern könnten. Es ſey alſo die bloß träge Maſſe des beweglichen Körpers gar kein Hinderniß ſeiner Beweglichkeit, und dieſe ſtehe in keinem Verhältniſſe mit der trägen Maſſe. Die doppelte, dreyfache u. ſ. w. ſo große Maſſe, ſey alſo eben ſo beweglich, wie die einfache Maſſe. Bey der Bewegung bloß träger Körper ſoll daher die Maſſe gar nicht in Anſchlag kommen, indem ſie die Beweglichkeit weder vermindere noch vermehre, und nur die Geſchwindigkeit allein ſoll das Maß der Kraft und die Größe der Bewegung beſtimmen. Denn, ſagt Herr Gren: wenn Trägheit Gleichgültigkeit der Körper gegen Ruhe und Bewegung iſt, ſo muß auch der Satz, daß die Trägheit der Maſſe proportional ſey, ohne Sinn ſeyn, indem es ſo wenig Grade der Gleichgültigkeit, als der Ruhe geben kann. Um jedoch Herrn Gren zu verſtehen, muß man ſich erinnern, daß er die bloß träge Materie von der widerſtehenden unterſcheidet; bey der erſtern kömmt es bloß auf die Bewegung, und was davon abhängt, Richtung und Geſchwindigkeit, an; bey der andern aber werden auch die

nicht ſelbſt wirke. In dieſem Nichtwirken gebe es freylich keine Grade, daraus folge aber nicht, daß es ohne Sinn ſey, wenn man da mehr beſtimmende Urſache, mehr Kraft erfordere, wo mehr gleichgültige oder unthätige Theile eben dieſelbe Geſchwindigkeit erhalten ſollen. Man brauche ja, wenn die gleich großen Theile zerſtreuet wären, für jeden einzelnen dieſelbe Kraft; alſo ſey es dem Gange des menſchlichen Verſtandes gemäß, zu ſchließen, man brauche, wenn ſie beyſammen wäre, für alle mit einander die Summe dieſer Kräfte, die ſich dann allmahl wie die Menge der Theile verhalten werde. In dieſem Sinne ſage man aus ſehr vernünftigen Gründen, die Trägheit ſey der Maſſe proportional, d. i. um die nfache träge Maſſe mit gleicher Geſchwindigkeit zu bewegen, ſey eine nfache Kraft nöthig. Wer dieſes ſage, rede nicht ohne Sinn. Er ſpreche darum auch der Materie ihre Gleichgültigkeit gegen Ruhe und Bewegung nicht ab, ſondern er fordere da nur mehr beſtimmende Urſache, wo mehr Gleichgültiges, der Beſtimmung Bedürfendes vorhanden ſey.

Gegen dieſe vom Herrn Gehler gemachten Einwürfe ſucht ſich Herr Gren in der dritten Auflage ſeines Umriſſes der Naturlehre zu vertheidigen. Er ſagt, ſie beruhen eben auf dem mißverſtandenen Begriffe von Trägheit. Hr. Gehler habe überſehen, daß hier von einer in Abſtracto genommenen Materie die Rede ſey, die bloß als beweglich, und ohne daß die in der Wirklichkeit damit verbundene ſtetige Kraft der Schwere, als auf ſie wirkend, gedacht werde. Eine ſchwere Kugel, die auf einer horizontalen Tafel ruhe, widerſtehe allerdings in horizontaler Richtung, aber nicht deßwegen, weil ſie träge, ſondern weil ſie ſchwer ſey. Die Tafel trage zwar ihr Gewicht, hebe ja aber ihre Schwere und den Druck nicht auf, den ſie durch ihre Schwere verurſache. Sie widerſtehe, wenn wir auch hierbey von aller Friktion, vom Widerſtande der Luft u. dergl. abſtrahirten, vermöge der Kraft der Schwere, weil ſie von der vertikalen Richtung, in welcher die Schwere ſie treibe, und in welcher ſie auch ihren

Druck ausübe, abgelenkt werden ſolle. Man ſollte nur bedenken, daß die Bewegung der ſchweren Kugel auf der horizontalen Tafel eine wirkliche Centralbewegung ſey. Der Widerſtand der Kugel in jeder andern Richtung, als die Richtung der Schwere, hebe die andere bewegende Kraft proportionierlich auf, ſo wie hinwiederum durch dieſe die Schwere verhältnißmäßig aufgehoben werde: kurz, es ſeyn hier nun zwey Kräfte wirkſam, die einander entgegengeſetzt ſind, und (was man in der That nicht beherzigt habe) es würde die ſchwere Kugel bey ihrer Bewegung auf der horizontalen Tafel dieſe gar nicht mehr drucken, wenn ſie darauf mit einer Geſchwindigkeit bewegt würde, die der Endgeſchwindigkeit ihres Falles durch den Halbmeſſer der Erde gleich wäre, weil alsdann ihre Fliehkraft der Schwere unter dem Aequator gleich wäre. — Den Widerſtand, welchen die wirklichen Materien in der Welt vermöge einer wirkenden ſtetigen Kraft, die ſie ſollicitirt, leiſten, könne man alſo nicht als Einwurf benutzen, um den Satz zu widerlegen, daß die Trägheit der Materie, im metaphyſiſchen Sinne, keinen Widerſtand derſelben im Zuſtande der Ruhe begründe. So verfahren, hieße den Satz der Trägheit durch den Satz der Gegenwirkung umſtoßen wollen.

So wenig haltbar auch die Eintheilung der Materie in bloß träge und widerſtehende iſt, ſo hat doch meiner Meinung nach der Satz, daß die Trägheit der Maſſe proportional ſey, eben ſo wenig einen vernünftigen Sinn, als der Ausdruck Trägheitskraft, ob ihn gleich Herr **Gehler** mit großer Mühe zu vertheidigen ſucht. Dieſer Satz folgt offenbar nicht aus dem richtigen Begriffe der Trägheit. Herr **Gehler** hat, ſo wie viele andere, das Geſetz der Trägheit mit dem Geſetze der Gegenwirkung verwechſelt. Verſteht man unter Trägheit ein bloßes Unvermögen der Körper, ſich zur Bewegung oder Ruhe, als Veränderung des Zuſtandes, zu beſtimmen, ſo kann unmöglich daraus der Satz, daß die Trägheit der Maſſe proportional ſey, abgeleitet werden. Wenn Hr. **Gehler** behauptet, daß eine jede träge Maſſe zu jeder Aenderung ihres Zuſtandes eine äußere beſtimmende Urſache erfordere,

 die

die der Größe der Anwendung angemeſſen ſey, ſo mußte Herr Gehler erſt beweiſen, daß die Größe der Kraft nicht wegen dergleichen Gegenwirkung der trägen Materie, ſondern bloß wegen der Trägheit derſelben nöthig war; das letztere nimmt er aber ganz ſtillſchweigend an, ohne das Erſtere zu widerlegen. Unmöglich kann ein bloßes Unvermögen der Maſſe M, um mit der Geſchwindigkeit C aus Ruhe in Bewegung zu kommen, die ankommende Kraft um K vermindern; dieß würde ein Ausdruck ohne Sinn ſeyn. Nur durch Gegenwirkung der trägen Maſſe M kann dieß geſchehen, und da die Gegenwirkung allemahl der Wirkung gleich ſeyn muß, ſo wird auch die Maſſe 2 M die Anwendung der Kraft = 2 K erfordern, um mit eben der Geſchwindigkeit aus Ruhe in Bewegung zu kommen u. ſ. w. Man ſieht alſo hieraus, daß Herrn Gehlers Schlüſſe keinesweges aus dem wahren Begriffe der Trägheit folgen, ſondern daß ſie ſich vielmehr auf das Geſetz der einer jeden Wirkung entgegengeſetzten gleichen Gegenwirkung gründen.

Daß die träge Materie, um aus Ruhe in Bewegung, oder aus Bewegung in Ruhe zu kommen, eine äußere Urſache erfordere, folgt natürlich aus dem Begriffe der Trägheit; gedenke ich mir aber hierbey ſchon eine Verminderung der Kraft, d. h. ſchon das, was die Materie thut, ſo wende ich nicht mehr das Geſetz der Trägheit an, ſondern in der That das der Wirkung entgegengeſetzten gleichen Gegenwirkung. Denn das Geſetz der Trägheit will und kann nichts mehr ſagen, als daß alle Materie an ſich ſelbſt leblos iſt. Wenn ich mir alſo gleich mehr träge (mehr gleichgültige) Materie vorſtelle, ſo kann ich mir nach dem wahren Sinne des Wortes Trägheit ebenfalls nichts weiter gedenken, als daß die größere Menge der trägen Materie ſo gut leblos (gleichgültig, unthätig) iſt, als eine geringere Menge. Stelle ich mir dagegen die äußere Urſache, die Kraft, als wirkend (thätig) vor, welche der aus der Stelle zu treibenden Menge der trägen Materie angemeſſen iſt, ſo wende ich auch ſchon das Geſetz der Gegenwirkung an; denn Trägheit, d. h. Lebloſigkeit

(Gleich-

(Gleichgültigkeit, Unthätigkeit) kann keine Kraft vermindern; nach richtigen Principien kann nur die ankommende Kraft durch entgegengeſetzte Kraft eine Verminderung erleiden (m. ſ. Gegenwirkung). Unthätigkeit der Materie, und gleichwohl eine Verminderung der Kraft iſt ein Gedanke ohne Sinn. Aus dieſer kurzen Entwickelung des Begriffs der Trägheit folgt alſo unläugbar, daß die Trägheit keinesweges der Maſſe proportional ſeyn könne.

Man iſt auf dieſen Satz durch eine irrige Vorſtellung von folgender, ganz bekannter Erfahrung geleitet worden: wenn eine Kugel auf einem horizontalen Tiſche ruhet, und in Bewegung geſetzt wird, ſo glaubt man gewöhnlich, die dazu nöthige Kraft werde bloß auf die Trägheit der Kugel verwendet; denn die Schwere der Kugel ſey hier Null, weil ſie vom Tiſche getragen, und folglich jene dadurch aufgehoben ſey. Allein ich habe ſchon unter mehrern Artikeln gezeigt, daß dieſe Vorſtellung der Natur der Sache auf keine Weiſe gemäß iſt, und daß folglich dieſe Erfahrung den angeführten Satz gar nicht begünſtigen kann.

M. ſ. Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre durch Lichtenberg. §. 53 bis 58. Käſtner Anfangsgründe der höhern Mechanik. Abſchn. I. Cap. 2. Gren Grundriß der Naturlehre 3te Aufl. Halle 1797. 8 §. 61 ff.

Traß ſ. Vulkaniſche Produkte.

Traubenhaut ſ. Auge.

Tribometer ſ. Reiben.

Trichter, magiſcher ſ. Zaubertrichter.

Trocken (ſiccum, ſec). Feste Körper heißen trocken, wenn keine Feuchtigkeit an ihnen wahrzunehmen iſt. Das Trockene iſt dem Feuchten, oder Naſſen entgegengeſetzt. M. ſ. Feucht, Feuchtigkeit. Feuchte Körper laſſen ſich trocken machen, wenn man ſie entweder der Wärme oder freyen Luft ausſetzt; denn alsdann verdunſtet die Feuchtigkeit, und die Körper werden folglich trocken. Auch laſſen ſich feuchte Körper dadurch trocken machen, daß man ſie mit andern Körpern in Berührung bringt, welche die Feuchtigkeit in ſich nehmen.

Alle dieſe Operationen werden das **Trocknen, Austrocknen, Abtrocknen** (ſiccare, exſiccare) genannt.

Auch nennt man wohl elaſtiſch flüſſige Materien trocken, wenn ſie keine wäſſerigen Feuchtigkeiten enthalten, oder dieſe mit jenen ſo feſt verbunden ſind, daß ſie ſich an keine Subſtanz, welche der Luft ausgeſetzt iſt, anlegen. So heißt die Luft trocken, wenn ſie keine wäſſerigen Theile enthält, oder ſich wenigſtens am Hygrometer nicht bemerken laſſen. Von den Mitteln, die Luft auszutrocknen, ſ. m. den Artikel, Hygrometer.

Trockenheit (ſiccitas, ſéchereſſe) heißt der Zuſtand des trocknen Körpers. Ein und derſelbe Körper kann unter gewiſſen Umſtänden bald feucht, bald trocken werden, ohne ſeine Subſtanz weſentlich zu ändern. So macht die Kälte alle Körper trocken, indem ſie die Feuchtigkeit derſelben in einen feſten Zuſtand verwandelt; die Wärme aber macht die Körper trocken, indem ſie dieſe Feuchtigkeit zum Verdunſten bringt. Trockenheit bedeutet alſo bloß die Abweſenheit des Naſſen oder Feuchten, und beruhet nicht auf einem eigenen trocknen Princip, dergleichen die ältern Chemiker in der elementariſchen Erde ſuchten.

Bey Betrachtung der Erdfläche wird das **Trockene** mit Waſſer bedeckten Theile, d. i. dem Meere und den Seen entgegengeſetzt.

Tropfbare Flüſſigkeiten ſ. Flüſſig.

Tropfen (guttae, gouttes). Alle flüſſige Materien haben das Eigenthümliche, daß ſie in kleinen Theilen von ſelbſt eine Kugelgeſtalt annehmen, welche **Tropfen** genannt werden. Dieſe Tropfengeſtalt der flüſſigen Körper nimmt man jedoch erſt wahr, wenn dieſe in einem Mittel ſich befinden, mit dem ſie entweder gar nicht, oder doch nur wenig adhäriren. So bilden Waſſer- Weingeiſt- Queckſilbertheile u. ſ. f. in der Luft, durch die ſie fallen, Tropfen, ſo wie die Oehltheile im Waſſer, durch welches ſie aufſteigen u. ſ. f.

Zu der Zeit, da man den Druck der Luft entdeckt hatte, ſchrieb man faſt allgemein die von ſelbſt erfolgende Wirkung flüſſiger

flüſſiger Theile in eine Kugelgeſtalt dem äußern Drucke der Luſt zu. Allein da man auch bald darauf dieſe Wirkung im luftleeren Raume wahrnahm, ſo ſetzte man dafür den Druck der ſubtilen Materie oder des Aethers. Newton [α]) endlich leitet dieſe Erſcheinung der freywilligen Tropfenbildung der flüſſigen Materien weit richtiger von der gegenſeitigen Anziehung der flüſſigen Theile unter ſich ab. So ſagt er: guttae corporis cuiusque fluidi, vt figuram globoſam induere conentur, facit mutua partium ſuarum attractio, eodem modo, quo terra mariaque in rotunditatem vndique conglobentur, partium ſuarum attractione mutua, quae eſt grauitas.

Aus der freywilligen Bildung der flüſſigen Materien in die Kugelgeſtalt folgt von ſelbſt, daß alle Theile derſelben ſich gleich ſtark anziehen müſſen, indem die Kugelgeſtalt die einzige iſt, in welcher die Theile in das vollkommenſte Gleichgewicht geſetzt werden. Es folgt ferner hieraus, daß der Zuſammenhang der flüſſigen Theile unter ſich ungemein ſtark ſeyn müſſe; denn ſonſt würden ſie ſich nicht von ſelbſt in das vollkommenſte Gleichgewicht verſetzen können. Daher kann der eigenthümliche Charakter einer flüſſigen Materie gar nicht, wie man gewöhnlich glaubt, in dem geringen Zuſammenhange der Theile unter ſich beſtehen. Wenn aber andere Urſachen ſtärker auf die Tropfen wirken, als die gegenſeitige Anziehung ihrer Theile, ſo müſſen ſie alsdenn natürlich zertheilt, oder in eine andere Geſtalt geändert werden. So zertheilt ſich eine Waſſermaſſe, welche durch die Luft herabfällt, in lauter kleine Tropfen, die zuletzt wie Staub ſich zeigen, indem der Widerſtand der Luft ſtärker wirkt, als die Cohäſionskräft der Waſſertheile unter einander. So verliert auch ein Waſſertropfen auf verſchiedenen Körpern ſeine Kugelgeſtalt, indem die Adhäſion ſtärker, als die gegenſeitige Anziehung der Waſſertheilchen unter einander wirkt u. ſ. w.

Muſſchenbroek [β]) erzählt eine Menge von ihm über Tropfen angeſtellte Verſuche. Er ließ durch einen gläſernen Trich-

α) Optice.

β) Introduct. ad philoſ. natur. T. I. §. 1018. f.

Trichter, welcher ſich in ein Haarröhrchen endigte, flüſſige Materien langſam auf untergelegte horizontale Flächen fallen, wodurch Tropfen ſich bildeten. Die Höhen und Durchmeſſer der Tropfen maß er durch eine eigene Maſchine.

Tropfen, welche auf einer horizontalen Ebene liegen, werden am unterſten Theile, womit ſie an der Ebene anſchließen, vermöge ihres Gewichts platt und zerfließen an derſelben deſto mehr, je ſtärker ſie damit adhäriren. Waſſertropfen von einer Linie Durchmeſſer auf polirtem Eiſen waren wenig von einer Halbkugel verſchieden; von dieſer Geſtalt wichen ſie noch mehr auf Elfenbein, Guajakholz und Buxbaum, noch mehr auf Queckſilber und am meiſten auf Spiegelglas, ab. Auf dem wollichten Ueberzuge der Blätter aber bleiben die Tropfen faſt völlig rund, wie man am Thaue ſieht. Auch auf glühendem oder ſehr heißen Eiſen behalten die Tropfen ihre runde Geſtalt, ſpringen aber von einer Stelle zur andern, bis ſie endlich ganz in Dampf aufgelöſt ſind.

Kleine Queckſilbertropfen von 0,15 Zoll Durchmeſſer ſind faſt auf allen glatten Flächen ſehr träge und bewegen ſich kaum, wenn man gleich die Fläche, worauf ſie liegen, umkehrt. In dieſer Stellung läßt es ſich auch deutlich bemerken, wie ſie an der Fläche platt ſind, und wie ſtark das Gewicht dieſer kleinen Tropfen von der Adhäſionskraft übertroffen wird. Die größten Queckſilbertropfen, welche Muſſchenbroek bilden konnte, hatten im Durchmeſſer 2,5 Zoll; ſie wurden aber durch ihr eigenes Gewicht ſo platt gedruckt, daß ſich ihre Höhe nie über 0,15 Zoll belief. Kleine Tropfen von $\frac{1}{100}$ im Durchmeſſer behielten beynahe völlig die Kugelgeſtalt, ob ſie gleich am Buxbaum-, Guajak-, Granadillen-, Nußbaum-, Taxus-, Ulmen-, Pflaumenbaum-, Birnbaum-, Eichen-, Linden-, Weidenholz u. ſ. f. ſo feſt hingen, daß ſie auch beym völligen Umkehren nicht abfielen. Wurden hingegen ſolche kleine Queckſilbertropfen durchs Hinzugießen von mehrerem Queckſilber vergrößert, ſo rollten ſie auch bey der geringſten Abweichung von der horizontalen Lage herab. Auf einigen Holzarten ſind die Queckſilbertropfen ungemein beweglich, auf andern aber

träger,

träger, welches weder von der Dichtigkeit, noch von der Politur ihrer Oberflächen abzuhängen ſcheint.

Tropfen wäſſeriger oder öhliger Liquoren, welche von einem feſten Körper herabhangen, ſind am unterſten Theile rund. Dergleichen Tropfen am Glaſe können eine beträchtliche Größe und Länge erreichen, und die Form eines Zylinders annehmen, welcher ſich unten in eine Halbkugel endigt; nicht dieſerwegen, daß ſich die Adhäſionskraft des Glaſes auf die ganze Länge des Tropfens erſtreckte, ſondern weil die Waſſertheile unter einander zuſammenhängen, mithin die untern von den obern, und dieſe vom Glaſe, an welchem ſie hangen, gehalten werden. Wenn aber das Gewicht des Tropfens alle dieſe anziehenden Kräfte übertrifft, ſo fängt ſich daſelbſt ein dünner Hals zu bilden an, und der untere Theil des Tropfens trennt ſich von dem obern, welcher am Glaſe adhärirt, ſo daß niemahls der ganze Tropfen, ſondern nur ein Theil desſelben vom Glaſe herabfällt.

Wenn zwey Tropfen von homogener Flüſſigkeit auf einer reinen ebenen Fläche, mit welcher ſie wenig zuſammenhangen, in Berührung kommen, ſo verbinden ſie ſich in einem Augenblicke in einen einzigen Tropfen zuſammen. Dieß nimmt man am deutlichſten an kleinen sehr reinen Queckſilbertropfen wahr, welche auf reinem glatten Papiere oder auf einem Glasſpiegel liegen. Wenn hingegen mehrere Tropfen Waſſer oder Weingeiſt auf Glas neben einander liegen, und der eine nach und nach bis zur Berührung mit dem andern vergrößert wird, ſo vereinigen ſie ſich auch, aber nicht ſo vollkommen; ſie bilden vielmehr eine oblonge Figur, welche in der Mitte einen ſchmalen Hals behält. Dieß rührt daher, weil die Waſſertheile, welche das Glas zuerſt feucht gemacht haben, mit demſelben ſo ſtark zuſammenhangen, daß ſie von den zuſammenfließenden Theilen der Tropfen nicht losgeriſſen werden können, daher ſich der neue Tropfen an den einmahl naß gemachten Stellen des Glaſes weiter verbreitet, als in der Mitte, wo das Glas vorher noch trocken wahr. Tropfen von geſchmolzenen Zinn, Bley und

und Wismuth auf heißem Eiſen verhalten ſich gerade ſo, wie Queckſilbertropfen auf Glas.

Auch die Vereinigung verſchiedener Tropfen in einen einzigen haben ehedem die Phyſiker aus dem Drucke der Luft herleiten wollen. Es ſollten nähmlich die Ausflüſſe aus dem einen Tropfen wegen der ähnlichen Geſtalt der Poren ſehr häufig in den andern dringen, und die zwiſchen beyden befindliche Luft vertreiben, daher der Seitendruck der umgebenden Luft die Tropfen zuſammentreibe. Solche Ausflüſſe unerwieſen anzunehmen, würde eine ſehr große Leichtgläubigkeit zu erkennen geben; allein es erfolgen alle dieſe Erſcheinungen nicht allein im luftvollen, ſondern auch im luftleeren Raume. Alphonſus Borellus verſuchte eine mechaniſche Erklärung dieſes Phänomens, die ihm aber ſehr mißglückte. Mit eben ſo wenig Glück hat man auch ſtatt der Luft den Aether ſetzen wollen; denn dieſer würde die Tropfen durchdringen, und nicht zuſammentreiben. Muſſchenbroek bemerket hierbey, daß die Phyſiker ſolche Erklärungen gar nicht würden erdacht haben, wenn ſie ſich bemühet hätten, die Verſuche ſelbſt anzuſtellen. Dieſe beweiſen nun gar deutlich, daß es hierbey bloß auf die Cohäſionskraft der flüſſigen Theile unter ſich, und die Adhäſion an feſte Körper ankommt.

Noch mehrere Verſuche über die Formen der Tropfen findet man beym Herrn von Segner *).

M. ſ. *Muſſchenbroek* introductio ad philoſoph. natur. T. I. §. 1018–1021.

Torpikus ſ. Wendekreiſe.

Torpiſches Jahr ſ. Jahr.

Turmalin, Turnamal, Trip, Aſchenzieher, Aſchentrecker, elektriſcher Stangenſchörl, zeyloniſcher Magnet (turmalinus, lapis electricus, tourmaline) iſt ein harter, halbdurchſichtiger, am gewöhnlichſten dunkelbrauner, inwendig glänzender kleiner Stein, von muſchlichten Bruche mit vielen gleichlaufenden Querſprüngen, welcher ſich theils in gemeiner Geſtalt in ſtenglichten abgeſonderten

*) Comment. ſociet. Gotting. T. I. p. 301.

derten Stücken, theils in drey- oder neunſeitigen, oft der Länge nach geſtreiften, Prismen findet. Man trifft ihn in vielen Gegenden von Aſia, Amerika und Europa an. Durchs Reiben kann man ihn eben ſo, wie das Glas, elektriſiren. Aber durch Erwärmung und Erkältung wird er auf eine ganz beſondere Art elektriſirt.

Cavallo gibt ſeine Eigenſchaften in Abſicht auf die Elektricität folgender Maßen an:

1) So lange der Turmalin in einerley Grad der Wärme erhalten wird, zeigt er keine Merkmahle der Elektricität. Er wird aber elektriſch, wenn man ihn erwärmt oder erkältet, und zwar in dem letztern Falle noch ſtärker, als im erſtern. Eine ganz geringe Veränderung der Temperatur iſt oft hinreichend, den Turmalin merklich elektriſch zu machen.

2) Die Elektricität zeigt ſich nicht auf ſeiner ganzen Oberfläche, ſondern nur in der Gegend zweyer entgegengeſetzter Punkte, die man ſeine Pole nennen kann, welche allezeit in gerader Linie mit dem Mittelpuncte des Steins und nach der Richtung ſeiner Blätter liegen, nach welcher Richtung er vollkommen durchſichtig iſt, ob er gleich nach der andern Richtung halbdurchſichtig erſcheint.

3) Während der Zeit, da der Turmalin erwärmt wird, iſt die eine Seite von ihm, die hier A heißen ſoll, poſitiv, die andere B negativ elektriſch. Wird er aber erkältet, ſo iſt während der Zeit des Erkältens A negativ und B poſitiv elektriſch.

4) Wird er erwärmt und nachher wieder abgekühlt, ohne daß eine von ſeinen Seiten berührt wird, ſo iſt A poſitiv, B negativ, die ganze Zeit der Erwärmung und Abkühlung hindurch.

5) Wird dieſer Stein, wie ein anderer elektriſcher Körper gerieben, ſo kann man eine jede von ſeinen Seiten, oder auch beyde zugleich, poſitiv elektriſch machen.

6) Wenn der Turmalin auf einen iſolirten Körper erwärmt oder erkältet wird, ſo wird dieſer Körper eben ſowohl als der Stein elektriſch und erhält die entgegengeſetzte Elektricität

cität von derjenigen, die ſich in der darauf ruhenden Seite des Steins befindet.

7) Die Elektricität einer jeden oder beyder Seiten kann ſich in die entgegengeſetzte verwandeln, wenn der Turmalin beym Erwärmen oder Erkälten verſchiedene Subſtanzen berührt. Wird er z. B. beym Erwärmen oder Erkälten mit dem innern Theile der Hand berührt, ſo wird nun diejenige Seite negativ, welche in der freyen Luft würde poſitiv geworden ſeyn, diejenige aber nun poſitiv, welche an der Luft negativ geworden wäre.

8) Wird der Turmalin in verſchiedene Stücken zerſchnitten, ſo hat jedes Stück ſeinen poſitiven und negativen Pol, einen jeden nach der poſitiven oder negativen Seite des Steins zu, aus welchem man das Stück geſchnitten hat.

9) Dieſe Eigenſchaften des Turmalins zeigen ſich auch im luftleeren Raume, aber nicht ſo ſtark, wie in der Luft.

10) Wird der Stein ganz und gar mit einem elektriſchen Körper, als Siegellack, Oehl u. dergl. überzogen, ſo wird er gemeiniglich auch unter dieſer Bekleidung noch die vorigen Erſcheinungen zeigen.

11) Auch haben Canton und Wilke an dem im Dunkeln erwärmten Turmalin, während der Erwärmung ein ſehr lebhaftes Licht wahrgenommen, wodurch Canton beſtimmen konnte, welche Seite des Steins poſitiv oder negativ ſey. Auch wenn der Stein ſtark gerieben wird, zeigt er im Dunkeln ſehr ſtarke Strahlen, die von der poſitiven Seite gegen die negative ſchießen. Wilke brachte ſogar kniſternde Funken hervor.

12) Endlich iſt es merkwürdig, daß die Kraft des Turmalins durch die Wirkung eines heftigen Feuers zuweilen geſchwächt, zuweilen verſtärkt, oft aber auch gar nicht verändert wird. Man hat aber die Geſetze dieſer ſo ungewiſſen Wirkungen noch nicht beſtimmen können.

Man findet ſchon bey den Alten einige Steine erwähnt, welche gerieben leichte Körper anziehen. Dahin gehört der Lyn-

Lynkurer, welchen Theophraſt anführt [α]), und welchen man ſchon bey den Römern nicht mehr kannte [β]); ferner der Theamedes, welcher nach Plinius [γ]) alles Eiſen abſtoßen ſoll, und eine Art des Carbunculus, welche nach demſelben Schriftſteller von der Sonne erwärmt oder mit den Fingern gerieben Spreu und Papierſpäne anziehen ſoll. Auch der Araber Serapion [δ]) führt einen aus dem Orient kommenden Stein (Hager Albuzedi) an, welcher an Haaren gerieben Spreu anziehe, und der Beſchreibung nach zu den Hyacinthen zu gehören ſcheint. Ob aber dieſe Steine eine Uebereinſtimmung mit dem Turmalin beſitzen, läßt ſich nicht entſcheiden, obgleich Herr Prieſtley bemerkt, daß D. Waſon ziemlich erwieſen habe, der Lynkurer des Theophraſt komme mit dem Turmalin überein. Denn es gibt weit mehrere Steine, als der Turmalin, welche leichte Körper anziehen und zurückſtoßen, von welchen einige wahrſcheinlich den Alten bekannt geweſen ſind.

Herr Beckmann hat die erſte Nachricht vom Turmalin in einer Schrift gefunden, welche ſchon längſt vergeſſen iſt [ε]), deſſen Verfaſſer meldet, es ſey ihm vom Herrn Danmius, Stabs-Medicus bey der Pohln. und Chur-Sächſ. am Rhein ſtehenden Miliz, erzählt worden: daß anno 1703. die Holländer einen aus Oſtindien von Zeylon kommenden Edelſtein, Turmalin oder Turmale, auch Trip genannt, zum erſten Mahle nach Holland gebracht hätten, welcher die Eigenſchaft habe, daß er die Turff-Aſche auf der heißen und glühenden Turff-Kohle nicht allein, wie ein Magnet das Eiſen, an ſich ziehe, ſondern auch ſolche Aſche zu gleicher Zeit von ſich ſtoße — und würde er deßwegen von den Holländern

α) De lapidibus ed. *Heinſii*. Lugd. Batav. 1613. p. 395.
β) *Plinius* hiſtor. natur. XXXVII. 3.
γ) Ibid. XXXVI. 16.
δ) De ſimplicibus medicinis.
ε) Curiöſe ſpeculationes bey Schlaf-loſen Nächten — von einem Liebhaber, der Immer Gern speculirt. Chemnitz und Leipzig. 1707. 8.

dern Aſchentrecker genannt; die Couleur ſey pomeranzenroth mit Feuerfarbe erhöht. Auch findet Herr Beckmann in dem Verzeichniſſe der 1711. verkauften Naturalienſammlung des berühmten Botanikers Paul Hermann *) unter den Edelſteinen: Crysolethus Turmale Zeylon, angegeben.

Im Jahr 1717. zeigte Lemery der Pariſer Akademie der Wiſſenſchaften einen ſolchen Stein von Zeylon vor, welcher in ihren Schriften von dieſem Jahre als ein kleiner Magnet angeführt wird, der ſich von dem gewöhnlichen Magnete nur dadurch unterſcheide, daß er den nähmlichen Körper zuerſt anziehe und nachher wieder abſtoße, ohne dabey der nöthigen Erwärmung dieſes Steins zu gedenken. Man hielt daher ſeine Wirkung für magnetiſch und nonnte ihn den zeyloniſchen Magnet β). In dem bekannten Naturlexicon, welches ſo oft mit Hübners Vorrede gedruckt iſt, findet ſich der Artikel, Trip, ſchon in der Ausgabe 1727., und die Vermehrungen deſſelben in der von 1741. beweiſen, daß ſchon damahls deutſche Naturforſcher Verſuche mit dieſem Steine müſſen angeſtellt haben.

Linné gedenkt dieſes Steins in ſeiner Flora Zeylanica (Holm. 1747. 8. p. 8.), und nennt ihn zuerſt lapis electricus, und meldet dabey die Verſuche, die Lemery damit angeſtellt hatte. Linné muthmaßte, daß die Erſcheinungen deſſelben elektriſchen Urſprungs wären, denn er ſelbſt hatte damahls noch keinen Turmalin geſehen.

Durch Herrn Lochmann erhielten die Herrn Aepinus und Wilke Nachricht von der anziehenden Kraft des Turmalins, welcher auch dem Herrn Aepinus zwey Turmaline verſchaffte. Dieſe beyden Herrn ſtellten hiermit eine Menge Verſuche an, und fanden, daß Linné's Muthmaßung ihre völlige Gewißheit habe, und entdeckten zugleich die beſondern Geſetze der Elektricität des Turmalins.

Wilke

*) Catalogus muſei Indici — collecti a *P. Hermanno*. Lugd. Batav. p. 30.

β) M. ſ. *Muſſchenbroek* diſſ. de magnete. Lugd. Batav. 1729. 4. in praef.

Wilke α) hat das hieher Gehörige im Zuſammenhange vorgetragen; Aepinus aber machte dieſe Entdeckung zuerſt bekannt β), und ließ in der Folge die darüber gewechſelten Schriften zuſammendrucken γ).

Um eben dieſe Zeit beſchäftigte ſich auch der Herzog von Noya Caraffa δ) in Geſellſchaft mit den Herrn Daubenton und Adanſon mit Verſuchen des Turmalins, und führt auch die Verſuche des Herrn Aepinus an. Allein er nahm nicht die Elektricität beyder Seiten, wie dieſer, für entgegengeſetzte an, ſondern nur eine für ſtärker, als die andere, beſtätigte jedoch im Uebrigen die von Aepinus angezeigten Geſetze, und beſtimmte die Weiten, in welcher verſchiedene leichte Körper angezogen worden, in einer Tabelle, welche auch Muſſchenbroek ε) mitgetheilt hat.

Endlich lernten auch die engliſchen Gelehrten den Turmalin durch Herrn Herberden kennen, welcher dem Herrn Wilſon einen verſchaffte; nachher ließ er noch mehrere ſolche Steine aus Holland kommen, und verehrte ſie auch einigen andern Gelehrten. Herr Wilſon ζ) fand durch ſeine zahlreichen Verſuche die nähmlichen Reſultate, wie Aepinus; nur darin ging er von Aepinus ab, daß er behauptete, daß wenn die Seiten des Turmalins ungleich erhitzt werden, er diejenige Art der Elektricität, welche der heißern Seite natürlich iſt, darſtellte, d. h. der Turmalin iſt mehr elektriſch an beyden Seiten, wenn die mehr elektriſche Seite die heißere, und weniger auf beyden Seiten, wenn die weniger elektriſche die heißere iſt. Auch iſt das bey 2. von der Lage der Pole, und das bey 10. angeführte ganz Wilſons Entdeckung. Canton η) gab endlich den Geſetzen 3. 4. 5. ihre richtige

 und

α) Geſchichte des Turmalins in den ſchwed. Abhandl. der deutſchen Ueberſ. B XXVIII. S. 95. B. XXX. S. 1. u. 105.
β) Mémoir. de l'Academie de Berlin. 1756. p. 110.
γ) Recueil de différens mémoires ſur la Tourmaline publié par Mr. *Aepinus* à St. Petersb. 1762. 8.
δ) Lettre ſur la Tourmaline à Mr. *de Buffon*, à Paris 1759. 4.
ε) Introductio ad philoſoph. natural. T. I. §. 895.
ζ) Philoſoph. Tranſact. Vol. LI. P. I. p. 308.
η) Ibid. Vol. LII. p. 443.

und feſte Beſtimmung, indem er die hierbey ſo wichtige Entdeckung machte, daß der Turmalin die elektriſchen Erſcheinungen nicht in ſo fern zeige, als er heiß oder kalt iſt, ſondern in ſo fern, als ſich ſeine Wärme oder Kälte ändert.

Eine Menge anderer Verſuche mit dem Turmalin findet man beym Prieſtley [α]), Wilke [β]) und Bergmann [γ]). Eine elektriſirte Glasröhre zieht den Turmalin an, ſtößt ihn aber nicht wieder zurück. Durch das Glas wird ihm keine Elektricität mitgetheilt, er nimmt aber auch keine an. Zwey elektriſche Turmaline ziehen einander an, und bleiben mit den entgegengeſetzten Seiten an einander hängen. In dieſem Zuſtande werden beyde Turmaline vereint von einem elektriſirten Glaſe angezogen, und alsdenn wieder abgeſtoßen, ohne daß ſich beyde Turmaline von einander trennen. Alles dieß ſtimmt mit den Geſetzen der Wirkungskreiſe vollkommen überein.

Die Elektricitäten beyder Seiten laſſen ſich durch einen Schlag oder Stoß nicht vereinigen. Man bemerkt zwar keine elektriſchen Erſcheinungen an ſelbigen mehr, wenn beyde Seiten durch Leiter verbunden ſind, allein ſie zeigen ſich ſogleich wieder, ſo bald die leitende Verbindung aufgehoben wird, wenn nur die Erwärmung oder die Erkältung fort dauert. Es ſcheint daher bey dem Turmalin mehr auf Vertheilung, als auf Mittheilung anzukommen, und hierin ſind ſeine Erſcheinungen den magnetiſchen ähnlich. Herr Hube gibt dem Turmalin die mittlere Stelle zwiſchen den elektriſchen und magnetiſchen Körpern. Um ſich von der Natur des Turmalins deutliche Begriffe zu machen, ſagt er, müſſe man die beyden Arten der Elektricität, deren dieſer ſonderbare Stein fähig ſey, von einander unterſcheiden. Die eine ſey die gemeine Elektricität, welche man ihm, ſo wie jeden andern elektriſchen Körper, durchs Reiben geben könne. Sie ent-

α) Geſchichte der Elektricität durch Krünitz. S. 456. f.
β) Schwed. Abhandl a. a. O.
γ) Comment. de indole electrica Turmalini in Phil. Trans. Vol. LVI. p. 236. und ſchwed. Abhandl. B. XXVIII.

entſpringe aus einem wirklichen Uebergange aus dem reibenden in den geriebenen Körper, und der andere aus dem geriebenen in den reibenden. Beyde häuften ſich in der ſich reibenden Oberfläche an, und daher zeigten auch dieſe überall von der einen Seite die poſitive, von der andern aber die negative Elektricität. Ueberhaupt hafte die gemeine Elektricität nur in der Oberfläche der Körper. Aber die zweyte Art der Elektricität des Turmalins verhalte ſich ganz anders. Sie durchdringe das Innere des Steins, und man könnte, wenn ſie bloß in der Oberfläche deſſelben wäre, zwar abwechſelnde poſitive und negative Schichten, die an Kraft allmählich abnähmen, aber keinesweges ſo viel als möglich von einander entfernte poſitive und negative Pole auf dem Steine finden. Dieſe Art von Elektricität ſey dem Turmaline beſonders eigen, und ſie entſtehe in ihm unſtreitig durch die ungleiche Vertheilung. Denn hier ſey kein reibender Körper, aus welchem die elektriſche Materie in den Stein übergehen ſollte. Aber ſo wie die Reibung eines elektriſchen Körpers, oder vielmehr die durchs Reiben verurſachte Erſchütterung der kleinſten Theilchen ſeiner Oberfläche, eine Trennung der beyden elektriſchen Materien in der geriebenen Oberfläche veranlaſſe, eben ſo werden dieſelben Materien in dem Innern des Steins getrennt, wenn ſeine Theilchen durch die Ausdehnung oder Zuſammenziehung von der Wärme oder Kälte durch und durch erſchüttert werden. Eben deßhalb habe der Turmalin allezeit verſchiedene Pole, weil jede der getrennten elektriſchen Materien ſich beſonders anhäufe, und zwar jede am ſtärkſten in einer beträchtlichen Entfernung von der andern. Eben deßhalb ſey auch die beſondere Elektricität viel inniger mit dem Turmalin verbunden, als die gemeine. Denn auch unter der Glocke der Luftpumpe werde ein erhitzter Turmalin, wenn er daſelbſt in einer ſehr verdünnten Luft erkalte, elektriſch und erhalte Pole, obgleich die Materie, in welcher er erkalte, ſehr leitend ſey. Eben ſo zeige ein Turmalin, den man in kochendes Waſſer verſenkt und dadurch erhitzt habe, beym Herausziehen ſeine beſondere Elektricität; da hingegen die gemeine

poſitive Elektricität ſich gleich mit der gemeinen negativen vereinige, ſobald eine zu der andern durch Leiter übergehen könne. Und dieſer Unterſchied rühre, wie ſchon geſagt, wahrſcheinlich bloß daher, daß die gemeine Elektricität nur in der Oberfläche der elektriſirten Körper hafte, mithin ſich von ihr auch leicht los reiße, und in andere Körper übergehe.

Auch hat man in den neuern Zeiten die Natur dieſes Steins näher kennen gelernt. Bergmann [α]), Rinnmann [β]), Gerhard [γ]) haben gefunden, daß er größtentheils aus Thon- und Kieſelerde, mit einem geringen Zuſatz von Kalkerde und Eiſenkalk, beſteht, folglich dem Schörl ähnlich, oder vielmehr eine Schörlart iſt. Sein eigenthümliches Gewicht iſt in Vergleichung mit dem des Waſſers wie 3 : 1; er iſt ſehr ſtrengflüſſig, und ſchmilzt erſt bey heftiger und anhaltender Hitze vor dem Löthrohre zu einer ſchwammichten Schlacke; löſet ſich aber auch im mineraliſchen Laugenſalze, Phosphorſäure und Borax auf. Von dem gemeinen Stangenſchörl unterſcheidet er ſich durch eine größere Härte, in welcher er ungefähr dem Cryſolith gleich kömmt.

Es iſt ſchon oben bemerkt worden, daß Turmaline an mehrern Orten gefunden werden. Schon Rinnmann führt an, daß man ſie in Braſilien, Kaſtilien, auf Isle de France, in Grönland, Norwegen, Schweden, auf den uraliſchen und nerſchinskiſchen Gebirgen in Sibirien u. ſ. f. antrifft. In Deutſchland fand man ſie zuerſt in Tyrol [δ]), nachher im ſächſiſchen Erzgebirge bey Freyberg, Annaberg, Ehrenfriedersdorf [ε]), und in Salzburg [ζ]). Auch haben de Sauſ-
ſüre

α) De terra turmalini in opuſ. phyſ. chem. II. p. 118.

β) Schwed. Abhandl. B. XXVII. S. 45. u. 109. f.

γ) Nouv. Mémoir. de Berlin 1777. n. 2.

δ) S. Müllers Nachricht von den in Tyrol entdeckten Turmalinen oder Aſchenziehern. Wien, 1779. 4.

ε) S. Werners Ueberſetzung von Cronſtedts Mineralogie. B. I. S. 170. imgl. Hofmann im bergmänniſchen Journal 1788. St. I. S. 258.

ζ) S. von Moll oberdeutſche Beyträge zur Naturlehre und Oekonomie für 1787. Salzburg, 1787. 8. S. 49.

ſure und Girtanner dergleichen in der Schweiz auf dem Grimſel und am Gotthard gefunden.

Die meiſten der angeführten Eigenſchaften, die man zuerſt am Turmaline beobachtete, und für etwas ihm allein Eigenes hielt, hat man nachher an mehreren Edelgeſteinen bemerkt. Canton entdeckte ſie zuerſt im Jahr 1760 am braſilianiſchen Topas, Wilſon im Jahre 1761 an verſchiedenen andern Edelgeſteinen von verſchiedener Größe und Farbe, welche in Anſehung der Härte und des Glanzes dem Topas beynahe gleich kamen, in Anſehung der Farbe aber ins Rothe oder Gelbe fielen, ſo daß die ſchönſten mit dem Rubin eine Aehnlichkeit hatten. Auch erhielt Wilſon einen Stein unter dem Nahmen eines braſilianiſchen Smaragds, welcher aber wie gemeines grünes Glas ausſah, und der Länge nach Streifen hatte, von völlig gleicher Eigenſchaft mit dem Turmalin. Aepinus, welcher dieſen Stein für einen Cryſolith hielt, hat mit ihm viele Verſuche angeſtellt *). Auch hat Wilſon eben dieſe Eigenſchaften an andern grünen Edelſteinen aus Südamerika wahrgenommen, welche er vom Herrn Mendez d'Aorſta erhalten hatte, und welche aus langen dicken in einander ſteckenden Kryſtallen beſtanden. Man darf alſo nicht alle Steine, welche elektriſche Erſcheinungen liefern, zu einerley Claſſe zählen; daher iſt es gekommen, daß die Beſchreibungen der äußern Kennzeichen der Turmaline ſo verſchieden ausgefallen ſind, und daß manche dieſen Stein als Schörl zu den Thonarten, andere als Hyacinth, Cryſolith, Smaragd u. ſ. f. zu den Kieſelarten gerechnet haben.

M. ſ. Beckmann Beyträge zur Geſchichte der Erfindungen B. I. Leipz. 1783. 8. St. 2. Nr. 5. S. 24. u. f. Prieſtley Geſchichte der Elektricität durch Krünitz. S. 198. f. Cavallo Abhandlung von der Lehre der Elektricität. B. I. Leipz. 1797. 8. S. 29. f. Hube vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. I. Leipz. 1793. 8. Br. 50. 53.

*) S. Crells chemiſche Annalen 1785. St. I. S. 269. 1786. St. I. S. 522. 530.

Typhon (typho, typhon). Mit dieſem Nahmen belegt man einen heftigen Sturm- oder Wirbelwind, welcher ſich ſchnell durch alle Weltgegenden dreht, bisweilen von oben herab ſenkrecht zu kommen ſcheint, und die ſchrecklichſten Verheerungen anzurichten im Stande iſt. Dergleichen Stürme entſtehen häufig in den Sommermonathen im indiſchen Weltmeere bey Siam, China und Japan, und ſcheinen durchs Zuſammenkommen zweyer entgegengeſetzten Winde, oder durch den Stoß eines heftigen Windes gegen irgend ein Hinderniß zu entſtehen.

U.

Uhr, Uhrzeit ſ. Zeit.

Umdrehung, Umwälzung, Rotation, umdrehende Bewegung (rotatio, motus rotatorius ſ. gyratorius, rotation, mouvement de rotation) heißt diejenige Bewegung eines Körpers, wobey eine gewiſſe gerade Linie in demſelben unbewegt bleibt, alle übrige Punkte deſſelben aber Kreiſe um gewiſſe Punkte dieſer unbewegten geraden Linie beſchreiben. Die unbewegte gerade Linie heißt die **Axe der Umdrehung** (axis rotationis ſ. gyrationis), und die beyden entgegengeſetzten Endpunkte derſelben, welche in der Oberfläche des umdrehenden Körpers liegen, die **Pole der Umdrehung**. Ein ſehr bekanntes Beyſpiel iſt das gemeine Spiel der Kinder mit dem ſo genannten Kreiſel, wovon der **Herr von Segner** die Theorie in einem Programm [α]) entwickelt hat.

Unterſuchungen über die Umdrehungsbewegung gehören in die höhere Mechanik, welche man beym **Euler** [β]) und **Karſten** [γ]) findet.

Wenn der umdrehende Körper eine Kugel iſt, ſo wird der auf der Axe ſenkrecht ſtehende größte Kreis der **Aequator der Umdrehung** genannt. Uebrigens beſchreiben alle Punkte der

α) Theoria turbinum. Halae 1755. 4.

β) Theoria motus corporum ſolidorum ſ. rigidorum. Cap. II. III. IV. p. 122. ſq.

γ) Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Theil IV. Mechanik. Abſchn. IX. X. XIV. XV.

der Kugel, die ſich um ihre Axe dreht, Kreiſe, welche mit dem Aequator parallel ſind, und daher Parallelkreiſe heißen; nur die in der Axe befindlichen Punkte, mithin auch die Pole, ruhen. Auch bey andern Körpern von willkürlicher Geſtalt beſchreiben alle Punkte derſelben Kreiſe, die unter ſich parallel ſind, wenn ſie ſich um ihre Axe drehen, nur gibt es unter dieſen Parallelkreiſen keinen, welchen man ſchicklich als den Aequator annehmen könnte, man müßte denn denjenigen wählen, welcher von den beyden Polen gleich weit entfernt iſt.

Eine Kugel, welche durchaus gleichartig iſt, und ſich im freyen Mittel fortbewegen kann, erhält durch einen direkten Stoß nur eine geradlinichte, keine umdrehende Bewegung; durch den eccentriſchen Stoß hingegen wird außer der geradlinichten Bewegung auch zugleich Umdrehung um eine Axe bewirkt. Wenn ſonſt keine andere Kräfte auf einen ſolchen bewegten Körper wirken, ſo ſetzt er alsdann beyde Bewegungen, die umdrehende und geradlinichte, vermöge der Trägheit fort, ohne daß eine auf die andere Einfluß hat. Selbſt Centralkräfte bey Kreisbewegungen, welche alle Augenblicke die fortgehende Bewegung ändern, wirken in dieſem Falle nicht auf Umdrehung; hingegen Centralkräfte bey andern krummlinichten Bewegungen ſcheinen allerdings auf die Umdrehung einer durchaus gleichartigen Kugel Einfluß zu haben. Auch bey der Bewegung einer ſolchen Kugel in einem nicht ganz freyen Mittel, oder wenn ſonſt andere Hinderniſſe der freyen Bewegung entgegen ſind, kann ſchon der direkte Stoß zugleich Umdrehung bewirken, ſo wie auch in dieſen Fällen die Umdrehung auf die fortgehende Bewegung Einfluß hat.

In unſerm Sonnenſyſtem nimmt man Umdrehung um eine Axe an der Erdkugel, dem Monde, der Sonne, dem Jupiter, dem Mars, der Venus und dem Saturn wahr, und vermuthet eine ſolche auch bey den übrigen Körpern des Sonnenſyſtems, bey welchen ſie nicht unmittelbar hat beobachtet werden können. Uebrigens gehen alle Umdrehungen im Sonnenſyſtem nach einerley Richtung, nähmlich nach der

Richtung der Zeichen, nach welcher auch die fortgehenden Bewegungen erfolgen; daher hat man ſie von einem eccentriſchen Stoße auf die Maſſen der Weltkörper abgeleitet. Sonſt geſchehen die Umdrehungen mit gleichförmiger Geſchwindigkeit, wovon ein Beyſpiel die 24ſtündige Umdrehung der Erde gibt.

Die Theile des Körpers erhalten durch die Umdrehung eine Kraft (Schwungkraft), welche ſie zu entfernen ſtrebt, und auch wirklich entfernt, wenn die Schwungkraft größer, als diejenige iſt, die ſie nach dem Mittelpunkte treibt. Wirkungen der Schwungkraft ſind die beobachteten Abplattungen der Himmelskörper, und die verminderte Schwere der Erdkörper unter dem Aequator. M. ſ. **Schwungkraft, Schwere der Erdkörper.**

Umfang ſ. **Volumen.**

Umherſtrahlung der Wärme ſ. **Wärme.**

Umlauf (reuolutio, circuitus, periodus, reuolution). Wenn ein bewegter Körper bey Centralbewegungen von einem gewiſſen Punkte ſeiner krummlinichten Bahn bis wieder zu demſelben ſich bewegt, ſo ſagt man alsdenn, er habe einen **Umlauf** gemacht. Es wird alſo Bewegung in einer ſolchen krummen Linie vorausgeſetzt, die in ſich ſelbſt zurückgeht. Auf ſolche Art machen die Planeten nebſt den Kometen Umläufe in Ellipſen um die Sonne, und die Nebenplaneten eben dergleichen um ihre Hauptplaneten. Unter dem Artikel, **Centralbewegung**, iſt das Vornehmſte von der Theorie ſolcher Umläufe angeführt worden.

Am Himmel gibt es viele Bewegungen, die nur ſcheinbar ſind. Haben dieſe eine ſolche Beſchaffenheit, daß die ſcheinbar bewegten Körper von einem Punkte der Bahn in ihrem Fortgange bis wieder zu demſelben kommen, ſo ſagt man auch hier, ſie machen einen **Umlauf**. Auf ſolche Art machen die Geſtirne in einer ſcheinbaren Umdrehung der Himmelskugel ihren **täglichen Umlauf**, wo ein jedes Geſtirn einen Kreis zu beſchreiben ſcheint, und folglich einen ſcheinbaren Umlauf vollendet, indem es im Fortgange ſeiner Bewegung von

von einem Punkte dieſes Kreiſes bis wieder zu demſelben kommt.

Umlaufszeit (tempus periodicum, temps periodique) heißt diejenige Zeit, welche verfließt, indem ein Körper einen Umlauf um einen andern macht. Was die Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne, und die der Nebenplaneten um ihre Hauptplaneten betrifft, ſo werden dieſe unter dem Artikel, **Weltſyſtem**, angeführt werden.

Umſchattigte (periſcii, periſciens) heißen diejenigen Bewohner der Erdfläche, welche zu gewiſſen Zeiten ihre Schatten binnen 24 Stunden nach allen möglichen Weltgegenden werfen. In den kalten Zonen haben nähmlich die daſigen Bewohner jährlich eine gewiſſe Zeit lang einen beſtändigen Tag, da ihnen die Sonne gar nicht untergeht. M. ſ. **Tag**. Während dieſes Zeitraums durchläuſt die Sonne alle 24 Stunden einen völlig ſichtbaren Tagekreis, ſo daß ſie nach und nach über alle Punkte des Horizonts zu ſtehen kommt, mithin die Schatten der Körper nach allen möglichen Weltgegenden ſich drehen; daher auch die Bewohner dieſer Zonen den Nahmen periſcii von dem griechiſchen Worte περὶ (circum) und σκια (vmbra) erhalten haben. Bewohner der Pole ſelbſt würden alſo ein völliges halbes Jahr, die Bewohner des Polarkreiſes aber nur einen Tag lang umſchattigt ſeyn.

Unbiegſamkeit, Steiſe (inflexibilitas, rigiditas, inflexibilité, roideur) heißt die Unfähigkeit eines feſten Körpers, ſich ſeiner Länge nach biegen zu laſſen. Der Ausdruck Unbiegſamkeit wird beſonders in dem Falle gebraucht, wo von der Veränderung der Lage der Theile eines feſten Körpers nach derjenigen Richtung die Rede iſt, welche der Sprachgebrauch die Länge des Körpers nennt, beſonders wenn Theile, welche dieſer Richtung nach vorher in geraden Linien lagen, in krumme gebracht werden, oder die Körper gebogen werden ſollen. M. ſ. **Biegſamkeit**. Sie iſt alſo nur ein beſonderer Fall der Härte. M. ſ. **Härte**.

Voll-

Vollkommene Unbiegſamkeit der Körper gibt es nicht, weil es keine vollkommen harte Körper gibt. In der Statik iſt es zwar nicht ungewöhnlich, beſonders beym Hebel, eine Linie anzunehmen, die als völlig unbiegſam, betrachtet wird; allein beym phyſiſchen Hebel findet dieß nicht in aller Strenge Statt. Bey Anwendung eines ſolchen Hebels muß man vorzüglich darauf ſehen, daß er eine hinlängliche Stärke beſitze, um von den daran angebrachten Kräften nicht gebogen zu werden. Die relative Unbiegſamkeit eines ſolchen Hebels hat alsdann ihren Grund in dem Zuſammenhange der Theile des feſten Körpers, welchen die an ſelbigem wirkenden Kräfte nicht zu überwältigen vermögen.

Im Gegentheil nimmt man auch in der ſtatiſchen Theorie Körper als vollkommen biegſam an, welche in der Anwendung einen gewiſſen Grad der Unbiegſamkeit beſitzen, mithin der Theorie kein vollkommenes Genüge leiſten, wie z. B. die Seile, welche um Rollen geführt werden, und wobey man in der Ausübung allerdings Rückſicht zu nehmen hat. M. ſ. Rolle.

Undurchdringlichkeit (impenetrabilitas, impenetrabilité). Mit dieſem Ausdrucke bezeichnet man das bekannte Phänomen der Körper, einen beſtimmten Raum zu erfüllen, d. h. einem andern Körper, welcher in den Raum des erſtern eindringen will, zu widerſtehen. Nach der atomiſtiſchen Lehre, welche der Materie keine bewegende Kraft als urſprünglich vorausſetzt, iſt die Materie gar keiner Zuſammendrückung fähig, und widerſteht folglich einer ankommenden Materie abſolut; dieß Phänomen kann die abſolute Undurchdringlichkeit heißen, ſo wie die Erfüllung des Raums mit abſoluter Undurchdringlichkeit die mathematiſche. Nach der dynamiſchen Lehre hingegen, wird erwieſen, daß die Materie als ſolche einer Zuſammendrückung fähig iſt; hier iſt Widerſtand der Materie jederzeit der zuſammendrückenden Kraft proportional; dieß Phänomen kann die relative Undurchdringlichkeit, und die Erfüllung des

Raums

Raums mit bloßer relativer Undurchdringlichkeit die dynamiſche heißen.

Um dieß Phänomen nach beyden Syſtemen zu beurtheilen, werde ich es erſt nach dem atomiſtiſchen und nachher nach dem dynamiſchen betrachten. In Anſehung des mathematiſchen Begriffs der Undurchdringlichkeit kann keine Materie als ſolche zuſammengedrückt werden, als in ſo fern ſie leere Zwiſchenräume in ſich enthält; mithin widerſteht die Materie als Materie allem Eindringen ſchlechterdings und mit abſoluter Nothwendigkeit. M. ſ. **Zwiſchenräume der Körper, Leere, zerſtreuete.** Es kann alſo hiernach die Undurchdringlichkeit nur an denjenigen Stellen eines Körpers Statt finden, welche wirkliche Materien enthalten. Gäbe es demnach einen vollkommen dichten Körper, ohne alle Zwiſchenräume, ſo würde dieſer an allen Stellen undurchdringlich ſeyn. Bey ſolchen Körpern wäre Undurchdringlichkeit mit vollkommener Dichte einerley. Daher haben auch einige, beſonders franzöſiſche Schriftſteller der Undurchdringlichkeit den Nahmen **Dichte** gegeben. Weil es aber vermöge der Erfahrung keinen vollkommen dichten Körper gibt, und man bloß die Atomen für völlig dicht, und an allen ihren Stellen undurchdringlich nehmen kann; ſo iſt auch nur bey den Atomen die Undurchdringlichkeit mit der Dichte einerley; bey allen übrigen Körpern hingegen muß man Dichte von der Undurchdringlichkeit gar wohl unterſcheiden. M. ſ. **Dicht.**

Dieſen atomiſtiſchen Vorſtellungen gemäß, iſt es nicht ſchwer zu begreifen, daß die abſolute Undurchdringlichkeit in der That nichts mehr oder weniger iſt, als qualitas occulta. Denn wenn man fragt, was die Urſache ſey, daß Materien einander in ihrer Bewegung nicht durchdringen können, ſo erhält man die Antwort, weil ſie undurchdringlich ſind.

Nach dem dynamiſchen Syſteme, nach welchem der Materie zurückſtoßende und anziehende Kraft zukommen, beruht die Undurchdringlichkeit auf einem phyſiſchen Grunde; denn die zurückſtoßende Kraft macht ſie ſelbſt, als ein Ausgedehntes, welches ſeinen Raum erfüllt, allererſt möglich. Da aber

aber dieſe Kraft einen Grad hat, welcher überwältigt, mithin den Raum der Ausdehnung verringert, d. h. in denſelben bis auf ein gewiſſes Maß von einer gegebenen zuſammendrückenden Kraft eingedrungen werden kann, doch ſo, daß die gänzliche Durchdringung, weil ſie eine unendliche zuſammendrückende Kraft erfordern würde, unmöglich iſt, ſo muß die Erfüllung des Raums nur als relative Undurchdringlichkeit angeſehen werden. Die Möglichkeit der zurückſtoßenden Kraft kann zwar weiter nicht erklärt werden, und ſie muß daher als Grundkraft gelten, allein ſie gibt doch einen Begriff von einer wirkenden Urſache und ihren Geſetzen, nach welchen die Wirkung, nähmlich der Widerſtand in dem erfüllten Raume, ihren Graden nach geſchätzt werden kann.

Es iſt aber wohl zu merken, daß hier bloß von der mechaniſchen Undurchdringlichkeit die Rede iſt. Denn wenn gleich die Materie bis ins Unendliche zuſammengedrückt werden kann, ſo kann ſie doch von einer Materie niemahls durchdrungen werden. Im Gegentheil können ſich Materien ſehr wohl chemiſch durchdringen; denn hier bleibt die Ausdehnung, nur nehmen die Materien nicht außer einander, ſondern in einander zuſammen einen der Summe ihrer Dichtigkeit gemäßen Raum ein. M. ſ. Durchdringlichkeit. Sonſt gibt es aber verſchiedene Körper, welche für andere Materien permeabel ſind, wie z. B. Leder für Queckſilber u. ſ. f. Allein dieß kann keine Durchdringung genannt werden, ſo wie das Gegentheil, oder Impermeabilität, keine Undurchdringlichkeit, und gehört daher auch nicht hierher. Denn bey ſolchen Körpern findet gar keine Durchdringung einer Materie durch die andere Statt, ſondern die ungleich mit einander verbundenen Theile werden ihres beſondern Gefüges wegen durch Druck auf die durchzupreſſende Materie an den ſchwächſten Stellen näher an einander gebracht, ſo daß dieſe Materie durch die ſchon vorhandenen aber nun erweiterten Canäle hindurchgehen kann. Bey vielen andern Körpern, wo einige Schriftſteller Permeabilität annehmen, als z. B. beym Holz für Waſſer, findet eigentlich ſchon eine chemiſche Durchdringung

gung Statt, und es iſt keinesweges mit den Atomiſtikern richtig, daß eine ſolche Materie bloß durch die leeren Zwiſchenräume des Körpers durchgehe.

Undurchſichtig (opacum, opaque) nennt man einen Körper, welcher das Licht nicht durchläßt, oder durch welchen man andere Körper nicht ſehen kann. M. ſ. **Durchſichtig.**

Undurchſichtigkeit (opacitas, opacité) heißt die Eigenſchaft gewiſſer Körper, das Licht nicht durchzulaſſen. M. ſ. **Durchſichtigkeit, Licht.**

Ungleichartig (heterogeneum). Ungleichartige Materien heißen diejenigen, welche in ihrer Natur und in ihren Eigenſchaften ſpecifiſch von einander verſchieden ſind; **gleichartige Materien** hingegen werden diejenigen genannt, welche einerley Natur und einerley Eigenſchaften beſitzen. Die Erfahrung lehrt, daß bey den verſchiedenen Körpern unzählige Verſchiedenheiten ihrer Wirkungen, und unendliche Mannigfaltigkeit ihrer Eigenſchaften Statt finden. Nach der atomiſtiſchen Lehre wird eine völlig gleichartige primitive Materie vorausgeſetzt, und die ſpecifiſche Verſchiedenheit der Materie, wovon uns die Erfahrung belehrt, beruhet bloß auf der verſchiedenen Größe, der verſchiedenen Stellung und Geſtalt der Atomen und der eingeſtreueten Leere. Wenn daher zwey verſchiedene Materien chemiſch in einander wirken, ſo erhält der dadurch neu entſtandene Körper ſeine eigene Natur bloß von der verſchiedenen Lage oder Nebeneinanderſtellung der Atome des ſo genannten aufgelöſten Körpers; mithin iſt hiernach eigentlich gar keine Auflöſung möglich.

Nach dem dynamiſchen Syſteme hingegen, macht die Verſchiedenheit des Verhältniſſes und der Intenſität der reſpektiven Grundkräfte, welche das Weſen der Materie ausmachen, eine urſprünglich ungleichartige Materie möglich, woraus ſich die empiriſche Verſchiedenheit der Körper ableiten läßt.

Univerſalwage, Leupolds ſ. **Wage.**

Uniſonus ſ. **Einklang.**

Univerſum ſ. **Welt.**

Unſchat-

Unſchattigte (aſcii, aſciens) heißen diejenigen Bewohner der Erdfläche, welche zu gewiſſen Zeiten gar keinen Schatten werfen. In der heißen Zone zwiſchen den Wendekreiſen ſteht nähmlich an gewiſſen Tagen die Mittagsſonne im Scheitel, daher alsdenn die Schatten der ſenkrecht ſtehenden Körper auf den Grund fallen, welchen die Körper ſelbſt bedecken; folglich gar keine Schatten ſichtbar ſind. Daher iſt der Nahme aſcii entſtanden, welche ſo viel als ohne Schatten bedeuten. Die Bewohner des Aequators ſelbſt ſind an beyden Tagen der Nachtgleichen unſchattigt; die Bewohner der andern Oerter ſind unſchattigt in zwey andern Tagen des Jahrs, da nähmlich die Abweichung der Sonne der geographiſchen Breite ihres Wohnorts gleich iſt. In der übrigen Zeit fallen die mittäglichen Schatten an allen dieſen Orten theils nordwärts, theils ſüdwärts; daher auch ihre Bewohner **Zweyſchattigte**, und beym Varenius *) aſcii-amphiſcii heißen. M. ſ. **Zweyſchattigte.** Die Bewohner der Wendekreiſe ſind bloß am Mittage des einen Solſtitialtages unſchattigt; in der übrigen Zeit aber einſchattigt, und heißen dieſerwegen aſcii-heteraſcii.

Untergang der Geſtirne (occaſus ſiderum, couches des aſtres). Hierunter verſteht man das Unſichtbarwerden der Geſtirne, indem ſie unter dem Horizont des Beobachtungsortes hinabgehen. Mit Hülfe der künſtlichen Himmelskugel laſſen ſich die Stunden des Unterganges eines jeden Geſtirns für einen jeden Beobachtungsort auf eine mechaniſche Art finden. M. ſ. **Himmelskugel, künſtliche.** Durch Rechnung findet man ſie genauer aus dem halben Tagebogen oder der halben Dauer der Sichtbarkeit. Man hat alsdenn

Zeit der Culmin. $+ \frac{1}{2}$ Dauer der Sichtb. $=$ Stunde des Unterganges.

Auf dieſe Art findet man die Stunden des Unterganges für die Fixſterne in Sternzeit, welche ſich leicht in Sonnenzeit verwandeln läßt. M. ſ. **Sonnenzeit.** Was aber die Planeten betrifft, ſo hat man eigentlich noch eine Berichtigung wegen

*) Geograph. vniuerſ. Tom III. cap. XXVII. prop. 3.

wegen ihrer eigenen Bewegung vom nächſtvorhergehenden Mittage an nöthig; jedoch iſt ſie nur beym Monde beträchtlich, und daher mit in Rechnung zu bringen.

Für die Sonne iſt die Stunde des Unterganges der halben Tageslänge gleich, wobey aber die Verwandlung der Zeit nicht nöthig iſt. M. ſ. Aſcenſionaldifferenz.

Wegen der beträchtlichen Strahlenbrechung im Horizonte erfolgt der Untergang der Geſtirne allemahl etwas ſpäter, als es die Rechnung angibt. M. ſ. Strahlenbrechung, aſtronomiſche.

Den Bewohnern des Aequators gehen alle Geſtirne ſenkrecht auf und unter, unter den Polen der Erde aber gehen gar keine, und in den zwiſchenliegenden Oertern der Erde nur diejenigen unter, deren nördliche oder ſüdliche Abweichung kleiner als die Aequatorhöhe des Orts iſt. So findet bey uns gar kein Untergang von denjenigen Geſtirnen um den Nordpol Statt, deren nördliche Abweichung 38⅔ Grad und darüber beträgt.

Untergang der Geſtirne nach dem Sinn der alten Poeten (occaſus ſiderum poeticus, coucher des aſtres ſelon les anciens). Bey den alten Poeten und Schriftſtellern von der Oekonomie kömmt noch die Art vor, gewiſſe Tage im Jahre durch den Auf- und Untergang der Geſtirne zu bezeichnen, wovon die Veranlaſſung unter dem Artikel, **Untergang der Geſtirne**, iſt angeführt worden. Mit dem Ausdrucke Untergang hat man vorzüglich dreyerley Dinge bezeichnet, nähmlich das Verſchwinden des Sterns in den Sonnenſtrahlen, ſeinen Untergang mit Aufgang der Sonne, und ſeinen Untergang mit Untergang der Sonne (occaſus heliacus, coſmicus, acronychos).

Das Verſchwinden in den Sonnenſtrahlen (occaſus heliacus, coucher héliaque) erfolgt an dem Tage, an welchem ein Stern, der bisher von der Sonne ſo weit entfernt war, daß ihn der Glanz derſelben nicht verdunkelte, wegen Annäherung der Sonne unſichtbar zu werden anfängt. Mit dieſem Tage, ſagt man, gehe er heliace unter. Am

folgenden Tage nähmlich wird man ihn wegen Nähe der Sonne gar nicht mehr ſehen können.

Weil Sterne von erſter Größe nicht ſichtbar werden, wenn bey ihrem Untergange die Sonne 10 Grad tief unter dem Horizonte ſich befindet, ſo läßt ſich die Zeit des Verſchwindens eines ſolchen Sterns in den Sonnenſtrahlen beſtimmen; wenn man den Stern einer künſtlichen Himmelskugel in den Abendhorizont führt, und den Punkt der Ekliptik bemerkt, der alsdenn 10 Grad tief unter dem Horizonte liegt. Der Tag des Jahrs, an dem die Sonne dieſen Punkt der Ekliptik erreicht, iſt der Tag des Verſchwindens des Sterns in den Sonnenſtrahlen. Genauer findet man dieß durch Rechnung.

Der Untergang eines Sterns mit Aufgang der Sonne (occaſus coſmicus, coucher coſmique) wird gefunden, wenn man den Punkt der Ekliptik auf der künſtlichen Himmelskugel ſucht, welcher im Morgenhorizonte ſich befindet, wenn der Stern im Abendhorizonte ſteht. Der Tag, an den die Sonne dieſen Punkt erreicht, iſt der Tag des Unterganges des Sterns mit Aufgang der Sonne.

Der Untergang eines Sterns mit Untergang der Sonne (occaſus acronychos, coucher acronyche) fällt für Sterne, welche nahe an der Ekliptik ſtehen, ungefähr 12 bis 15 Tage ſpäter, als das Verſchwinden in den Sonnenſtrahlen. Den Tag deſſelben findet man, wenn man auf der Himmelskugel den Punkt der Ekliptik ſucht, welcher mit dem Sterne zugleich im Abendhorizonte ſteht. Dieſer Punkt iſt dem, welcher dem kosmiſchen Untergange zugehört, gerade entgegengeſetzt; daher ſind die Tage des kosmiſchen und akronyktiſchen Unterganges etwa um ein halbes Jahr aus einander.

Um die hierher gehörigen Stellen der Alten recht zu verſtehen, muß man hierbey auf die Polhöhen und auf das Fortrücken der Nachtgleichen Acht haben, wozu Herr **Scheibel** *) Anleitung gibt.

M. f.

*) Vollſtändiger Unterricht vom Gebrauch der künſtlichen Himmelskugel. Breslau, 1785. 8.

M. ſ. de la Lande aſtronomiſches Handbuch §. 205. f. Käſtner Anfangsgründe der angew. Mathemat. 4te Aufl. 1792. 8. Aſtronom. §. 126 — 128.

Unterlage ſ. Hypomochlium.

Uranfänge ſ. Elemente.

Uranium (vranium, uranie, uranite) eine vom Herrn Klaproth im Jahre 1789. entdeckte metalliſche Subſtanz. Er fand ſie zuerſt in der ſo genannten Pechblende, welche man ehedem bald zu den Zinkerzen, bald zu den Eiſenerzen rechnete, und dann in dem ſo genannten grünen Glimmer oder Chalkolith, welchen Bergmann für ein ſalzſaures Kupfer gehalten hatte.

Wird die reine gepulverte Pechblende mit Salpeterſäure digerirt, ſo löſet ſich das Metalliſche vollkommen auf, und der Schwefel bleibt theils zurück, theils wird er als hepatiſches Gas abgeſchieden. Aus der filtrirten Aufl öſung läßt ſich hierauf der Kalk des Uraniums durch reine feuerbeſtändige Alkalien fällen. Von Farbe iſt er zitronengelb, wenn er rein iſt; ein Eiſengehalt macht ihn mehr oder weniger braungelb. Dieſer gelbe Kalk des Uraniums iſt feuerbeſtändig, und bezeigt ſich völlig unſchmelzbar für ſich. Vor dem Löthrohre erleidet er keine Aenderung, außer daß er durchs Glühen eine bräunlichgraue Farbe annimmt. Mit Mineralalkali und Borax vor dem Löthrohre geſchmolzen, entſteht ein bräunliches Korn; mikrokosmiſches Salz hingegen löſet ihn hier zu einer grünen klaren Perle auf.

Bey der Reduktion beträgt ſich der Uraniumkalk ſehr widerſpenſtig. Herr Klaproth erhielt das reguliniſche Uranium in einer zuſammenhängenden Maſſe, die aus zuſammengeſinterten höchſt kleinen Metallkörnern beſtand, poröſ und gleichſam ſchaumartig, von außen dunkelgrau, auf dem Strich aber hellbraun von geringem Glanze war, ſich leicht feilen, und ſogar mit dem Meſſer ſchaben ließ, alſo weich war. Das eigenthümliche Gewicht war 6,440. Beym Glühen auf der Kohle vor dem Löthrohre erhielt dieß Metall gar keine Aenderung.

Herr Richter *) bediente ſich zur Reduktion eines andern Verfahrens als das des Herrn Klaproths, und erhielt einen gut gefloſſenen Regulus, der dem Kobolt in der Farbe ähnlich und ſpröde war. Herr Gren meint aber, daß dieſer Uraniumregulus wahrſcheinlich phosphorhaltig und alſo nicht rein ſey.

Der Uraniumkalk verbindet ſich mit den Gläſern im Fluſſe, und ertheilt ihnen unterſchiedene Farben. Herr Klaproth erhielt mit Kieſelerde, Potaſchenalkali und gelben Uraniumkalk ein durchſichtiges hellbraunes Glas, mit Mineralalkali ein undurchſichtiges ſchwarzgraues, mit Borax ein Glas völlig als Rauchtopas u. ſ. f.

Der Uraniumkalk löſet ſich in verdünnter Schwefelſäure auf, und gibt damit nach dem Abdunſten ein zitronengelbes, in kleinen zuſammengehäuften Säulen kryſtalliſirtes Salz. In der Salpeterſäure löſet ſich der Uraniumkalk noch viel leichter, als in der Schwefelſäure auf. Dieſe Auflöſung gibt nach dem Abdunſten ſehr ſchöne große Kryſtalle von zeiſiggrüner Farbe in ſechsſeitigen Tafeln.

Die feuerbeſtändigen Alkalien ſchlagen das Uranium aus den Auflöſungen in den Säuren als einen zitronen- oder quittengelben Kalk nieder. Durch reguliniſchen Zink und durch Eiſen wird er weder in der Kälte noch in der Wärme in den Säuren gefällt.

Mit Schwefel verbunden gibt das Uranium die ſo genannte Pechblende, welche alſo eigentlich ſchwefelhaltiges Uranium iſt.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie Th. III. Halle, 1795. 8. §. 3534. u. f.

Uranus, Georgsplanet, Georgenplanet, Herſchels Planet (uranus, georgium ſidus, urane, planete de Herſchel). Dieſen Nahmen führt einer vom Herrn Herſchel

*) Ueber die neuern Gegenſtände der Chemie, vorzüglich das neuentdeckte Halbmetall Uranium. 1ſtes Stück. Breslau und Hirſchberg, 1791. 8.

Herſchel entdeckter Planet, den man wegen ſeiner großen Entfernung ſchwerlich anders als durch Fernröhre ſehen kann.

Herr Herſchel war im Jahre 1781. mit Beobachtung der Firſterne mit Hülfe ſeiner Teleſkope beſchäftigt. Am 13ten März ward er endlich durch ſein ſiebenfüßiges newtoniſches Teleſkop einen kleinen Stern zwiſchen den Hörnern des Stiers und den Füßen der Zwillinge gewahr, welcher bey 227facher Vergrößerung merklich größer war als die benachbarten, mit bloßen Augen gleich groß ausſehenden, Sterne, und welcher ſchon einen kenntlichen Durchmeſſer zu haben ſchien. Mit 460 und 932 Vergrößerung zeigte er eine merkliche Scheibengeſtalt. Nunmehr beſtimmte er mittelſt eines Mikrometers die Stellung deſſelben gegen die benachbarten Sterne*), und bemerkte eine Veränderung ſeiner Lage, wodurch er ſich noch mehr von den Firſternen auszeichnete. Anfänglich hielt ihn zwar Herr Herſchel für einen Kometen; allein der gänzliche Mangel eines Nebels oder eines Schweifes und ſein nach einigen Tagen entdeckter regelmäßiger Lauf, ließ in ihm bald vermuthen, daß es ein bisher unbekannter Planet ſeyn möge. Am 14ten März ſtand er gerade in der Quadratur mit der Sonne, welche ihm nun täglich näher kam. Zu dieſer Zeit ging er rechtläufig, und beynahe parallel mit der Ekliptik, in 24 Stunden nur um $\frac{3}{4}$ Minuten fort; ſein Lauf ward aber immer ſchneller, je näher ihm die Sonne kam, gerade ſo, wie es der Theorie der Planeten gemäß iſt.

Nachdem Herr Herſchel der königlichen Societät Nachricht davon ertheilt hatte, fand endlich auch D. Maſkelyne, wiewohl mit einiger Mühe, dieſen Stern am 17ten März, und fing am 1ſten April an, die Beobachtungen deſſelben fortzuſetzen. Dieſe Entdeckung meldete er dem Meſſier in Paris, welcher vom 16ten April den Stern zu beobachten anfing.

Hiervon wurde Herr Bode in Berlin im Monath May benachrichtigt; aber wegen der ſchon eintretenden langen Abenddämmerung konnte man ihn hier nicht mehr ſehen, ob ihn

 gleich

*) Philoſ. Transact. for 1781. Vol. LXXI. P. I.

gleich die Aſtronomen zu Mayland und Piſa noch im Monath May fanden. Indeſſen ließ ſich doch ſchließen, daß er den 19ten Juni zur Sonne kommen, und etwa im Julius in der Morgendämmerung wieder ſichtbar werden müßte.

In Paris ward er wirklich ſchon am 18ten Juli wieder geſehen, indem daſelbſt die Morgendämmerung etwas ſpäter, als bey uns, anbricht. Endlich fand ihn Herr **Bode** am 1ſten Auguſt, und von dieſer Zeit an wurde er von mehreren Aſtronomen ununterbrochen beobachtet. Am 25ſten Sept. ſahe man ihn wieder in Quadratur mit der Sonne kommen, und gleich darauf ſeinen Stillſtand und Rückgang machen, welcher immer ſchneller erfolgte, und am 22ſten Dec., wo er mit der Sonne im Gegenſchein war, täglich 2½ Minute ausmachte, wobey ſeine nördliche Breite immer größer ward.

Gleich bey der erſten Entdeckung dieſes Sterns hielten ihn die engliſchen Aſtronomen für einen Planeten; die franzöſiſchen hingegen glaubten, daß er ein Komet ſey. Die ununterbrochen fortgeſetzten Beobachtungen ſeines Laufs aber ſetzten es noch im Jahre 1781. außer allen Zweifel, daß er ein wirklicher Planet ſey, der jenſeits der Saturnusbahn in einer Ellipſe um die Sonne laufe, und uns beſtändig ſichtbar bleiben werde. Aus den Erſcheinungen ſeines Laufs berechnete man, daß er 18 bis 19 Mahl weiter von der Sonne entfernt ſey, als unſere Erde, und folglich ſeinen Umlauf nach den kepleriſchen Regeln erſt in 80 bis 90 Jahren vollende.

Eine ſolche Entdeckung mußte Herrn Herſchel um deſto mehr Ehre bringen, da die Beobachtung der ſcheibenähnlichen Geſtalt, und der eigenen Bewegung dieſes kleinen Sterns eine bloße Folge ſeiner ſelbſt verfertigten Spiegeltelſkope war. Auch wurde Herr Herſchel für dieſe ſeine Entdeckung von den Engländern viel belohnt. Der König von Großbritannien gab ihm einen Gehalt von 300 Pfund Sterling nebſt freyer Wohnung zu Datchat bey Windſor; die königliche Societät der Wiſſenſchaften nahm ihn zu ihrem Mitgliede auf, und erkannte ihm die Capleyſche Medaille zu, welche jährlich zur Belohnung der wichtigſten Entdeckungen ausge-

ſetzt

ſetzt iſt; auch erhielt er von der Univerſität zu Oxford die Doktorwürde.

Dieſer Planet erſcheint als ein kleiner Stern von ſechster Größe, den bloßen Augen kaum ſichtbar. Indeſſen hat ihn doch Herr Herſchel mehrmahls bey heiterer Luft mit bloßen Augen geſehen *). Herr Bode ſah ihn ohne Mühe durch ein Nachtfernrohr von 9 Zoll Länge, maß auch einige Mahl durch einen lambertſchen Sternausmeſſer von 12 Zoll Länge ſeine Entfernung von benachbarten Fixſternen, und bemerkt, daß einige ſeiner Freunde ſelbigen bey recht heiterer Luft auch ohne Fernrohr gefunden hätten, wenn er ihnen nur ſeine Stelle genau angegeben habe. Um ſeine ſcheibenähnliche Geſtalt wahrzunehmen, werden ſchon ſtärkere Vergrößerungen verlangt.

Dieß und ſein ſehr langſames Fortrücken ſind unſtreitig die Urſachen, warum er erſt ſo ſpät iſt entdeckt worden. Man hat zwar ſehr ſonderbar gefragt, warum man ihn nicht eher und gerade jetzt erſt beobachtet habe? bloß um zweifelhaft zu machen, ob dieſer Stern jederzeit am Himmel geſtanden habe, und ob er nicht vielmehr eine kometenähnliche, bloß periodiſche Erſcheinung ſey. Allein es kann einem jeden hierbey ſehr leicht der gegründete Gedanke einfallen, daß ihn fleißige Beobachter des Himmels ſehr oft mögen geſehen haben, ohne ihn jedoch für etwas mehr, als einen teleſkopiſchen Fixſtern zu halten, dergleichen am Himmel in zahlreicher Menge wahrgenommen werden.

Inzwiſchen ward doch Herr Bode dadurch veranlaßt, in den Fixſternverzeichniſſen nachzuſehen, ob nicht vielleicht bey den darin bemerkten kleinen Sternen Angaben vorkämen, welche auf den damahligen Stand des für einen Fixſtern gehaltenen neuen Planeten Bezug haben möchten. Zuerſt verfiel er auf den Stern 27 ♉ in Tychons Verzeichniſſe, von welchem ſchon Hevel 1650. bemerkt, daß er nicht mehr daſelbſt am Himmel befindlich ſey. Aus der Geſchwindigkeit des neuen Planeten ließ ſich vermuthen, daß derſelbe um

*) Philoſ. Transact. for. 1783. Vol. LXXIII. P. I. n. I.

1589., da **Tycho** dieſe Gegend beobachtete, hier müſſe geſtanden haben *); daher dieſer tychoniſche Stern vielleicht der gegenwärtige neue Planet ſeyn könnte. Allein dieſe Muthmaßung hat ſich nicht beſtätigt.

Dagegen fand Herr **Bode** den 964ſten Stern in **Mayers** Zodiakalverzeichniſſe β), welcher beym Waſſergußdes Waſſermannes öſtlich vom Sterne φ ſtehen ſollte, ſeines ſorgfältigen Nachſuchens ungeachtet im Auguſt 1781. nicht am Himmel. Gerade in der dortigen Gegend aber mußte der neue Planet um 1756. ſeinen Stand gehabt haben. Auch hat **Mayer** im Sternverzeichniſſe angegeben, daß er die Stelle dieſes Sterns nur nach einer einzigen Beobachtung beſtimmt habe, und dieſe Beobachtung war, wie Herr **Lichtenberg** in den mayerſchen Manuſkripten fand, am 25ſten Spt. 1756. gemacht. Seine Vermuthung, daß der neue Stern wirklich der von Mayer beobachtete ſeyn möge, beſtätigte er in ſeinem Jahrbuche vom 1785.; nachher gab er Tafeln für dieſen neuen Planeten nach Formeln des Herrn **la Place**, welche auf Herrn **Mechain**'s Beobachtungen gegründet waren. Auch mit Berechnung nach dieſen Formeln ſtimmte **Mayers** Angabe überein.

Eben dieſes vermuthete auch Herr **Bode** ſeit dem Jahre 1784. von **Flamſteads** Sterne im Stier, zwiſchen dem Siebengeſtirn und den Hyaden, von ſechster Größe, den er ebenfalls am Himmel nicht finden konnte. Damahls waren die Elemente der Bahn dieſes neuen Planeten ſchon von mehreren Aſtronomen etwas beſtimmter angegeben, und dieſe gaben ihm für das Ende des Jahrs 1690. eben diejenige Stelle, welche **Flamſtead** dem angeführten Stern des Stiers zuſchreibt. Da nun **Flamſtead**'s Beobachtung γ) am 13ten Dec. alten oder 23. Dec. neuen Styls des Jahrs 1690. gemacht iſt, ſo war es ſonder Zweifel, daß auch dieſer vermeinte Fixſtern kein anderer, als der neue Planet geweſen ſey. Man verdankt

*) Bode aſtronom. Jahrbuch für 1784 und 1786.
β) *Tob. Mayers op. ined.* Vol. I. p. 72.
γ) Hiſtoria coeleſtis Britann. Tom. II. p. 86.

dankt alſo Herr Boden die Entdeckung älterer Beobachtungen dieſes Planeten, freylich nicht als Planeten, und dadurch Gründe zu ſicherer und genauerer Kenntniß ſeiner Bahn und Bewegung.

Auch die franzöſiſchen Aſtronomen fanden Flamſtead's Angabe mit den fortgeſetzten neuern Beobachtungen übereinſtimmend; und ihre gegen die Wahrnehmung des mayerſchen Sterns geäußerten Zweifel zerſtreueten ſich völlig, nachdem Herr Lichtenberg die vollſtändigen Angaben aus den mayerſchen Manuſkripten dem Herrn de la Lande im Jahre 1789 bekannt gemacht hatte. Um eben dieſe Zeit fand man auch, daß le Monnier den neuen Planeten in den Jahren 1763 und 1769 geſehen, und ihn ebenfalls für einen Fixſtern gehalten habe. Daraus iſt alſo klar, daß dieſer neue Planet zwar ſchon von Flamſtead im Jahr 1690, von Mayer im Jahre 1756 und von le Monnier in den Jahren 1763 und 1769 geſehen, aber von Herſchel im Jahre 1781 zuerſt als Planet entdeckt worden iſt.

Die erſten Unterſuchungen über die wahre muthmaßliche Bahn des Uranus ſtellten die Herren Bode, Lexell α), Hennert β), Mechain γ) an. Hieraus hat Herr de Lambre δ) Elemente der Bahn des Uranus, jedoch ohne auf die Störungen des Uranus durch Jupiter und Saturn Rückſicht zu nehmen, berechnet, welche vom Herrn de la Lande nach Göttingen und von da aus nach Gotha an den Herrn von Zach überſendet wurden, nach deſſen ausführlicher Berechnung ſie für alle Oppoſitionen des Uranus von 1781 bis 1788 ſehr gut zutreffen, und nicht über 27 Sekunden für die von 1789 aber um 55½ Sekunde abweichen, woraus Herr von Zach ſchließt, daß ſie unter den bisherigen die genaueſten ſind, aber wegen der Störungen durch Jupiter und

α) Recherche ſur la nouvelle planète, découverte par Mr. *Herſchel*, à St. Petersb. 1784. 4.

β) Bode aſtronom. Jahrbuch für 1786. S. 223.

γ) Ebendaſ. S. 231. f.

δ) Götting. gelehrte Anzeig. 1789. 190 Stück, imgl. Gothaiſche gelehrte Zeit. 1789. Beylage zum 101ſten Stück.

Saturn bald einer neuen Verbeſſerung bedürfen möchten. Tafeln von Herrn de Lambre für dieſen Planeten finden ſich in der neueſten Ausgabe von de la Lande Aſtronomie. Beſonders aber zeichnen ſich die Tafeln von Herrn Wurm in Nürtingen aus [α]). Die heliocentriſchen Tafeln ſind von de Lambre; Hr. de la Lande hat ſie Hrn. Wurm mitgetheilt. Die geocentriſchen aber hatte Herr Wurm ſchon vor dieſer Mittheilung berechnet, ſie laſſen ſich auch bey andern Elementen der Bahn, als die Herr de la Lande angenommen hat, gebrauchen. Endlich hat auch Herr Klügel [β]) einige Betrachtungen über die Störungen des Uranus durch Jupiter und Saturn angeſtellt.

Aus allen dieſen Beſtimmungen folgt, daß Uranus von der Sonne aus gerechnet der ſiebente und äußerſte Planet iſt, deſſen elliptiſche Bahn alle übrigen einſchließt. Die Ebene ſeiner Bahn macht mit der Ebene der Erdbahn einen Winkel von 46′ 14″.

Der Erde mittlere Entfernung von der Sonne für 1 genommen iſt des Uranus Entfernung von der Sonne

kleinſte	=	18,1738
größte	=	19,9898
mittlere	=	19,0813
Eccentricität	=	0,9075
halbe kleine Axe der Bahn	=	19,0602

Für den 1ſten Jan. 1782. Längen
der Sonnenferne = 11 Zeich. 23 Gr. 22 M. 59 Sek.
der aufſteigenden Knoten = 2 Zeich. 3 Gr. 1 M. 2 Sek.

Bewegungen der Sonnenferne und der Knoten können noch nicht bekannt ſeyn, da man den Planeten nicht lange genug als Planeten kennt; doch werden dieſe Längen für eine gewiſſe Zeit angegeben, weil ſie ſchon das Rückgehen der Nachtgleichen ändert, wie die Länge eines Sterns.

Wegen

α) Geſchichte des neuen Planeten Uranus ſammt Tafeln für deſſen heliocentriſchen und geocentriſchen Ort. herausgeg. und berechnet von Wurm. Gotha, 1791. 8.

β) Bode aſtronom. Jahrbuch für 1803.

Wegen der geringen Eccentricität der Uranusbahn läßt ſich dieſe ohne großen Fehler als ein Kreis betrachten, deſſen Halbmeſſer etwa 19 Mahl größer iſt, als der Halbmeſſer der Erdbahn. In dieſer Bahn bewegt ſich Uranus, wie Mars, Jupiter und Saturn, von Abend gegen Morgen, um die Erde. Die Dauer ſeines Sideralumlaufs beträgt 30689 Tage; ſeine Bewegung, welche ſehr nahe in der Ebene der Ekliptik vor ſich geht, fängt an rückläufig zu werden, wenn der Planet vor der Oppoſition 103½ Grad von der Sonne entfernt iſt; ſie hört auf, es zu ſeyn, wenn er nach der Oppoſition bey ſeiner Wiederannäherung zur Sonne ihr bis auf 103½ Grad nahe gekommen iſt. Die Dauer ſeines Rücklaufs iſt ungefähr 151 Tage, und der Bogen deſſelben 3° 36′. Wenn man übrigens die Entfernung des Uranus nach der Langſamkeit ſeiner Bewegung beurtheilt, ſo muß er an den Gränzen des Planetenſyſtems ſeyn.

Den ſcheinbaren Durchmeſſer gibt Hr. Herſchel *) nicht viel größer oder kleiner als 4 Sekunden an, welche Beſtimmung wohl zuverläſſiger, als die von Mayer in Mannheim, der ihn zwiſchen 9 und 11 Sekunden angab, oder die von den mietauiſchen Aſtronomen, die ihn 6 bis 7 Sekunden ſchätzen. Hr. Bode ſetzt ihn im Jahrbuche für 1785 wenigſtens auf 5 Sekunden. Herſchel nimmt dabey ſeine Entfernung von der Sonne mit de la Lande 18,913 Mahl größer an, als den Halbmeſſer der Erdbahn, daß folglich Uranus in derjenigen Entfernung, in welcher ſich die Erde von der Sonne befindet, 4 × 18,913 = 75″,6 groß im Durchmeſſer erſcheinen müſſe. In eben dieſer Entfernung erſcheint der Durchmeſſer der Sonne 31′ 57″, d. i. über 75 Mahl größer. Hieraus findet er den Uranus im Durchmeſſer über 25 Mahl kleiner, als den der Sonne, mithin etwa 4½ Mahl (genauer 4,31769 Mahl) größer als die Erde, ſo daß er an körperlicher Größe unſere Erde 88 Mahl übertreffen würde. Die neuern Angaben von Herrn de Lambre (wo die Entfernung 19,2 angenommen iſt) würden etwas mehr geben;

*) Philoſ. Transact. Vol. LXXVIII. P. II. n. 22.

geben; allein die Beſtimmung des ſcheinbaren Durchmeſſers iſt zu ſchwankend. Die Beobachtungen deſſelben von der Erde aus geben ihn in der Oppoſition mit der Sonne größer, als er aus der Sonne geſehen, oder in den mittleren Entfernungen, iſt. Mit Rückſicht hierauf gibt Herr **Bode** ſeinen Durchmeſſer nur 4,215 Mahl und ſeinen Inhalt 75 Mahl größer, als Durchmeſſer und Inhalt der Erde. **Lexell**, welcher den Uranus mit dem nahe ſtehenden Mars verglichen hatte, deſſen Durchmeſſer damahls nur 5 Sekunden ausmachte, fand jenen doch noch viel kleiner, und ſchätzt ſeinen Durchmeſſer nur 3 Sekunden.

Seine Umdrehung um eine Axe läßt ſich vermuthen, ſo wie auch die Gravitation anderer Körper gegen ihn, obgleich dieß aus unmittelbaren Beobachtungen ſich nicht ſchließen läßt. Herr **Herſchel** nimmt ſeine Dichte = $\frac{1}{5}$ der Dichte der Erde an, und nach dieſer Vorausſetzung ſchätzt er die Maſſe des Uranus 17,740612 Mahl größer als die Maſſe der Erde, und den Fallraum der Körper auf ſeiner Oberfläche in 1 Sekunde Zeit ſetzt er auf 18 Fuß 8 Zoll. Nach **la Place** Beſtimmungen beträgt die Dichte des Uranus ungefähr $\frac{1}{4}$. der Erde.

Vorſchläge zu Benennungen und Bezeichnungen dieſes Planeten ſind ſehr vielfältig gethan worden. Herr **Bode** ſchlug den Nahmen des Vaters vom Saturn und Atlas, **Uranus**, vor, welcher auch in Deutſchland, Rußland, Dänemark und Italien von allen Aſtronomen angenommen iſt; **Herſchel** nannte ihn ſidus Georgicum (the Georgian Planet), ſo noch jetzt in England gebräuchlich iſt, und die Franzoſen haben ihn mit dem Nahmen Herſchel belegt. Außerdem ſchlug der P. **Hell** noch den Nahmen Vrania vor. Unter dieſen Benennungen werden ſeine Stellen in Herrn **Bodens** Jahrbuche, der connoiſſ. de tems, und den Wiener Ephemeriden angegeben.

Was die Bezeichnungen dieſes Planeten betrifft, ſo gab ihm Herr **Bode** das Zeichen der Platina (♁); der P. **Hell** ſchlug eine Scheibe vor, die einen ſechsſtrahligen Stern trägt;

nähm-

nähmlich ein Planet durch die Scheibe angedeutet, der für einen Fixſtern gehalten worden α). In Frankreich und England iſt die gewöhnliche Bezeichnung eine Scheibe, die ein H trägt; Couſin β) hat ſie umgekehrt, ſo daß die Scheibe von dem H getragen wird.

Auch wollte man dieſem Planeten ein Metall geben, wie den übrigen, und dazu fand ſich glücklich die Platina, wovon auch Herr Bode das Zeichen genommen hat. Der P. Hell erhielt (angeblich von Herrn Ingenhouß) eine Schaumünze von Platina mit dem Nahmen Vrania, und den Zeichen der Planeten, wovon Herr Käſtner ein Exemplar beſaß γ). Im Jahre 1790. aber legte Herr Klaproth einem neu entdeckten Metall den Nahmen Uranium bey, der ſich auch in der chemiſchen Nomenklatur erhalten hat.

M. ſ. J. E. Bode von dem neu entdeckten Planeten. Berlin, 1784. 8. Käſtner Anfangsgründe der angew. Mathematik. 4te Aufl. Aſtronomie §. 201 la Place Darſtellung des Weltſyſtems aus dem Franz. überſ. durch Hauff. Frankf. am Mayn, 1797. Th. I. Cap IX.

Urſache, phyſiſche ſ. Phänomene.

Urſchall ſ. Echo.

Urſprüngliche Berge ſ. Berge.

Urſprüngliche Elektricität ſ. Elektricität.

Urſprünglicher Magnetismus ſ. Magnet.

Urſtoffe ſ. Elemente.

V.

Vacuum ſ. Leere.

Vacuum Leidner ſ. Leidner Vacuum.

Vacuum tragbares ſ. Luftpumpe.

Variation der Magnetnadel ſ. Abweichung der Magnetnadel.

α) Hiſtoria Vraniae muſae, quam inter Deos Deasque planetarias recens detexit Herſchelius, carmine expoſita a *Geo. Aloyſ. Szerdahely* und lis aſtronomorum de nomine, quo planeta — nominandus ſit, carmen, ab Vranophilo Auſtriaco bey den Wiener Ephemeriden für 1788.

β) Introduction à l'aſtronomie phyſique à Paris 1787. 4. §. 4.

γ) Götting. gelehrte Anzeig. 1789. 8. S. 1721.

Variation des Mondes ſ. Perturbationen.
Vegetabilien ſ. Pflanzen.
Vegetation, künſtliche ſ. Dianenbaum.

Ventilator (ventilator, ventilateur). D. Hales *) erfand eine Maſchine, vermittelſt welcher man aus eingeſchloſſenen Räumen die in ſelbigen verdorbene Luft wegbringen, und an deren Statt friſche Luft herbeyſchaffen kann, und eben dieſe nannte er Ventilator. D. Hales wurde auf den glücklichen Gedanken einer ſolchen Erfindung im Jahre 1741 dadurch geleitet, daß die meiſten Schiffskrankheiten von der zwiſchen den Verdecken eingeſchloſſenen durch Athmen und Ausdünſtung verdorbenen Luft herrühren. Die Beſchreibung ſeiner Maſchine las er im May 1741. in einer Verſammlung der königlichen Geſellſchaft zu London vor. Im November eben deſſelben Jahres benachrichtigte der königliche ſchwediſche Ingenieur-Capitän Martin Triewald dem damahligen Präſidenten der königlichen Societät zu London, daß er ebenfalls eine Maſchine zu Erneuerung der Luft auf Schiffen erfunden habe, welche binnen einer Stunde 36172 Cubikfuß auspumpe. Man hat ſich dieſer Maſchine mit ſehr gutem Erfolge auf den Schiffen der ſchwediſchen Flotte und in Frankreich, wohin Triewald ein Modell geſendet hatte, bedient. Beyde Erfindungen haben ſehr viele Aehnlichkeit mit einander, und es wird daher genügen, des D. Hales ſeine zu beſchreiben.

Der Ventilator des D. Hales beſteht aus zwey hölzernen Käſten oder Parallelipipeden, wovon ein jedes in die Mitte durch eine um ein Charnier bewegliche Klappe getheilet iſt. Dieſe Klappen ſind an einer Seitenfläche des Kaſtens durch das Charnier befeſtiget, und ſind von den übrigen Seiten ringsum um $\frac{1}{20}$ Zoll entfernt. Sie ſind durch eiſerne Stangen an einem Hebel ſo befeſtigt, daß man durch Hin-

*) Treatiſe on ventilators. Lond. 1743. 2. ed. 1752. II. Vol. 8. deſcription du ventilateur de M. *Halez*, trad. de l'Angl. par *Demour*. Paris 1744. 8. auszugsweiſe im Hamburg. Magazin. B. II. S. 25.

Hin- und Herbewegen der Hebelſtangen, wie bey dem doppelten Druckwerke, abwechſelnd eine Klappe um die andere öffnen und verſchließen kann. An den Grundflächen jedes Käſtchens befinden ſich vier Ventile. Zwey derſelben öffnen ſich nach innen, zwey nach außen. Jeder Kaſten iſt an der Stelle, wo ſich die ausgehenden Ventile befinden, mit einem vorliegenden kleinen Kaſten oder Parallelipipedum verbunden, in welches man bewegliche Röhren einſetzen kann, um durch ſelbige die Luft dahin zu leiten, wo man derſelben nöthig hat.

Um nun mittelſt dieſer Maſchine die verdorbene Luft aus dem Zimmer herauszuſchaffen, muß ſie eine ſolche Stellung erhalten, daß die eingehenden Ventile mit dem Zimmer in Verbindung ſind, das Ende der Röhre aber hinaus in die freye Luft geht. In dieſer Stellung, welche D. Hales für die vortheilhafteſte hält, konnte man mit einem doppelten Kaſten (von 10 Fuß Länge, 3 bis 4 Zoll Breite und 13 Zoll Höhe) binnen einer Stunde 25000 Tonnen Luft auspumpen, und die friſche Luft ging dagegen ſo unvermerkt ein, daß weder die Kranken, noch die Schlafenden im Zimmer davon einige Unbequemlichkeiten empfanden. D. Hales fügt aber noch die Bemerkung bey, daß der Ventilator beſtändig in Bewegung erhalten werden müſſe, wenn man recht reine Luft auf den Schiffen haben wolle. Um gegentheils friſche Luft ins Zimmer einzubringen, müßte die Maſchine außerhalb des Zimmers ſich befinden, und die Leitröhre ins Zimmer gehen, wobey aber der entſtandene Wind Unbequemlichkeiten verurſachen würde. Uebrigens führt D. Hales noch manches Gute über die Mittel an, die Geſundheit auf den Schiffen zu erhalten, und räth dabey an, ſeinen Ventilator zur Reinigung der Luft in Kohlenſchächten, Kornböden, Pulvermagazinen u. dergl., zu Trocknung des Getreides und des Schießpulvers, zum Einblaſen von Dämpfen, welche die Würmer und Inſekten tödten u. ſ. f. zu gebrauchen.

Weil dieſe Maſchine einen großen Raum einnimmt, und zu ihrer Bewegung beſtändig Arbeiter erfordert werden, ſo hat

hat man ſie auf den Schiffen nicht ſo allgemein in Anwendung gebracht, ſondern man bedient ſich vielmehr zur Erneuerung der Luft eines von Sutton vorgeſchlagenen und von D. Mead *) zuerſt bekannt gemachten Mittels, indem man nähmlich mittelſt des Küchenfeuers einen Luftzug bewirket; welcher durch ein mit dem Aſchenherde verbundenes und in mehrere Zweige verbreitetes Zugrohr an die Orte, wo er nöthig iſt, geführet wird.

Cavallo [β]) führt aus einer engliſchen Schrift, welche den Titel führt: Practical Treatiſe on Chimneys, über die beſte Art, in ein Zimmer friſche Luft zu bringen, folgende ſehr gute Bemerkung an. Man kann aus einer Oeffnung in oder nahe bey der Decke des Zimmers eine kleine Röhre entweder bis auf die Spitze des Gebäudes hinaufführen, oder ihr ſonſt eine Verbindung mit der äußern Luft geben. Sobald das Feuer einige Theile der Luft im Zimmer erwärmt hat, dehnen ſich diſe ſogleich aus, und ſteigen in die Höhe, — andere nach und nach erwärmte und verdünnte Theile drucken alsdann nach, und treiben die leichteſten Theile durch die Oeffnung in der Decke hinaus. Dadurch wird die verdorbene Luft nach und nach hinweggeſchafft, ohne daß ſie wieder in die niedrigern Gegenden herabkommen kann.

Um aber friſche Luft ins Zimmer zu bringen, mache man noch eine andere Oeffnung in der Decke, und verbinde dieſelbe mit einer engen Röhre, welche auf die äußere Seite der Mauer, oder in einen andern ſchicklichen Theil des Gebäudes geführt, hier aber umgebogen und niederwärts bis an den Erdboden geleitet wird. Hierdurch wird die kalte und dichte äußere Luft nahe am Erdboden in die untere Oeffnung der Röhre getrieben, und ſteigt in eben dem Maße ins Zimmer auf, in welchem die erwärmte Luft durch jenes Zugrohr in die höhern Gegenden entweicht. Dieſe ſchwerere Luft

*) Philoſoph. Transact. for 1741. num. 462. p. 42.

[β]) Abhandlung über die Natur und Eigenſchaften der Luft. Aus dem Engl. Leipz. 1783. 8. S. 175. f.

Luft ſinkt, ſo bald ſie das Zimmer erreicht, durch ihr Gewicht gegen den Boden herab, vermiſcht ſich während des Falles nach und nach mit der erwärmten, und wird dadurch ſo gleichförmig durch das Zimmer vertheilt, daß ſie die Lichter und Perſonen nur unmerklich erreicht, ohne die Unbequemlichkeiten zu verurſachen, deren man ſich bey den gewöhnlichen Wegen, friſche Luft einzulaſſen, unterwerfen muß. Wäre die Zugröhre näher am Boden des Zimmers angebracht, ſo würde die Luft in einem ſtarken und unterbrochenen Zuge gegen das Feuer zu gehen, ſie würde die Schenkel und untern Theile des Körpers der im Zimmer befindlichen Perſonen treffen, und eine unangenehme und ſchädliche Erkältung veranlaſſen. Auf die beſchriebene Art aber kann man den Zimmern mit geringen Koſten eine gleichförmige und mäßige Wärme geben, ohne auf einer Seite die Geſundheit ihrer Bewohner und das Einathmen einer ſtagnirenden oder faulen Luft in Gefahr zu ſetzen, und auf der andern ihnen Erkältungen und rheumatiſche Zufälle zu zuziehen. — In wärmern Ländern, oder im Sommer, wo nicht geheitzt wird, läßt ſich gegen den gewöhnlichen Radventilator im Fenſter nichts einwenden. Seine Einrichtung iſt ſehr einfach, und er iſt ein ſicheres und wirkſames Mittel, die Luft der Zimmer in dieſer Jahrszeit angenehm und geſund zu erhalten.

Einen andern ſehr einfachen Ventilator hat Herr de l'Isle de St. Martin *) angegeben. Es wird nähmlich durch eine vertikale Röhre (fig. 15.) v t die Luft ausgeführt; a b c d iſt die Mündung dieſer Röhre, a b l p der untere, n m q der obere Hut; r ein Kaſten, in welchem ſich die untere Oeffnung der vertikalen Röhre v t endigt, mit Oeffnungen ſ, x verſehen, welche durch Schieber bald mehr, bald weniger geöffnet werden können. Die Größe dieſer Einrichtung

*) Journal de phyſique. Sept. 1788. Auch Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. VI. St. 1. S. 81. f.

richtung richtet ſich bloß nach der Oeffnung a b c d. Hat man dieſe beſtimmt, ſo erhält dadurch der untere Hut ſeine Form, daß man b f = b l = $1\frac{1}{2}$ a b nimmt. Um die Größe des obern Huts zu beſtimmen, wird auf dem verlängerten Durchmeſſer a b, b m = $1\frac{1}{4}$ a b, und b n = a b auf b m ſenkrecht genommen. Dieſer obere Hut wird durch vier Streben, wie m o, an den untern befeſtigt. Befindet ſich der Kaſten r im Zimmer, und die Röhre v t geht mit den beyden Hüten in die freye Luft hinaus, ſo wird dadurch ein beſtändiges Ausſtrömen der Luft aus dem Zimmer durch die Röhre v t bewirkt. Auf ſolche Art ſteigt nähmlich die wärmere und leichtere Luft des Zimmers durch v t auf, ſchlägt gegen n an, und wird durch die Form der Hüte ſo abgeleitet, daß daraus ein Luftzug zwiſchen beyden Hüten entſteht. Durch dieſen Luftzug wird nach der Erklärung des Erfinders der Druck der Atmoſphäre auf die Oeffnung a b c d in etwas geſchwächt, welches verurſacht, daß das Ausſtrömen der elaſtiſchern Luft des Zimmers ununterbrochen fortdauert. Man kann ſich hiervon durch die Erfahrung überzeugen, wenn man die Schieber ſ, x verſchließt, in die Seite z ein offenes Rohr einſetzt, und an deſſen Ende eine Lichtflamme hält. Denn wenn man alsdann durch Blaſen einen Luftzug zwiſchen den beyden Hüten bewirkt, ſo wird die Flamme ſogleich in die Oeffnung der Röhre hineingetrieben, welches ein deutlicher Beweis des Einſtrömens der Luft iſt.

Herr Parrot, Profeſſor der Mathematik und Phyſik hat die noch wenig bearbeitete Lehre der Ventilatoren mit ſchätzbaren Unterſuchungen bereichert *); er geht von dem Grundſatze aus, auf welchem auch die von Cavallo angeführte Bemerkung herrührt: wenn ungeſunde Luft fortgeſchafft, und an deren Stelle friſche erſetzt werden ſoll, ſo muß im Zimmer eine doppelte Röhre vorhanden ſeyn; eine, deren Mündung mit dem oberſten Theile der Luft, und eine zweyte, deren Oeffnung mit dem unterſten derſelben verbunden

*) G. Fr. Parrot's zweckmäßige Luftreiniger theoretiſch und praktiſch beſchrieben. Frankf. am Mayn, 1793. 8.

den iſt. Ein auffallendes Beyſpiel von der Wirkung zweyer ſolcher Röhren, deren Mündungen in verſchiedenen Höhen ſind, gibt eine Lichtflamme, die man in eine offene Thür zwiſchen zwey Zimmern von verſchiedener Temperatur ſtellt. Man wird einen doppelten Luftſtrom in dieſer Thür bemerken, der untere wird ſeine Richtung ins wärmere Zimmer haben, und der obere eine entgegengeſetzte ins kältere. Die Richtung der Lichtflamme zeigt dieſe Ströme, je nachdem man ſie tief oder hoch ſtellt. In der Mitte aber ſteht die Flamme ſenkrecht, als ob gar kein Strom weder unten noch oben Statt fände. Je höher und niedriger die Flamme gebracht wird, deſto ſtärker iſt der Strom. Vermöge dieſes Angeführten thut P. den Vorſchlag, in einem jeden Zimmer zwey Röhren oder Oeffnungen anzubringen, welche mit der äußern Luft in Verbindung ſind. Da es aber kommen kann, daß der Unterſchied der eigenthümlichen Gewichte der innern und äußern Luft zu gering ſey, um die verlangte Wirkung der beyden Röhren oder Oeffnungen zu erhalten, ſo unterſtützt Parrot, um ſie wirkſamer zu machen, die abführende Röhre durch einen ſogenannten Saugventilator, die zuführende Röhre aber durch einen Druckventilator.

Der Druckventilator hat mit dem von de l'Isle de St. Martin viele Aehnlichkeit. Es iſt nähmlich (fig. 15.) c t eine an beyden Enden offene Röhre. Auf ihrer obern Mündung ſitzt ein abgekürzter Kegel a b l p, welcher an ſeiner obern Fläche offen iſt, und damit auf die Mündung der Röhre paßt. Gerade über dieſem iſt ein zweyter abgekürzter Kegel n m q, dem erſtern gleich und ähnlich, ſo daß die untere Grundfläche des obern mit der obern des untern in einerley horizontalen Ebene liegt. Die untere Mündung der Röhre iſt an einem überall genau verſchloſſenen Behältniſſe r ſ, mit welchem ſie verbunden iſt, befeſtigt. Aus dieſem Behältniß gehen Röhren in alle Zimmer in welchen die Luft gereiniget werden ſoll. Das ganze Behältniß wird im obern Theile des Hauſes angebracht, und die Röhre c t muß ſo weit ſeyn, daß ihr Durchſchnitt gerade doppelt ſo

viele Quadratzolle enthält, als Menſchen ſind, für welche die Maſchine die Luft reinigen ſoll. In anderer Rückſicht muß ihre Mündung ſo groß ſeyn, als die Summe der Mündungen aller in die Zimmer gehenden Röhren. Ihre Länge iſt ſo groß, daß die beyden Kegel über das Dach hervorragen, und ſo frey ſtehen, daß jeder benachbarte Gegenſtand wenigſtens 20 Fuß davon entfernt ſey. Bläſet nun der Wind zwiſchen m l hinein, ſo ſtreift er auf der untern Kegelfläche über der Mündung der Röhre, und ſaugt die Luft aus derſelben heraus, mithin auch aus den Leitröhren und Zimmern. Herr Parrot ſtellt nun auf Erfahrungen gegründete Unterſuchungen über die Wirkungen des Windes an, wenn er in vorgeſchriebenen Wegen auf eine ſchiefe Ebene ſtößt, und ſucht daraus die fächerförmige Ausbreitung deſſelben (amplitudo reflexionis) zu beſtimmen.

Der Kaſten r f dient hauptſächlich dazu, damit man feſte Punkte erhalte, um communicirende Röhren anzubringen. Die Entfernungen der Mündungen der Leitröhren von der Mündung t hängen von der Geſchwindigkeit des Luftſtroms ab. Herr Parrot zeigt, daß keine größere Geſchwindigkeit als die von 1 Fuß in einer Sekunde nöthig ſey, daher es hinreichend iſt, wenn zur Breite und Länge des Kaſtens nebſt dem Durchmeſſer von t c, und zur Höhe die Länge von 1 Fuß 1 Zoll nebſt dem Durchmeſſer einer Leitröhre genommen werden. Die Mündung der Leitröhre ſelbſt kömmt ein Zoll über den Boden des Kaſtens. Sollte eine Seite des Kaſtens frey von Röhren ſeyn, ſo muß dieſe Seite von der Röhre t c nur ein Zoll entfernt ſeyn. Uebrigens muß man nirgends ein Knie an den Leitröhren anbringen, ſondern daſelbſt, wo etwa eine andere Richtung der Leitröhre nöthig wäre, einen Nebenkaſten anbringen, deſſen Dimenſionen aber nur halb ſo groß ſind, als bey dem Hauptkaſten r f. Der Winkel, welchen die Seite des Kegels mit ſeiner Grundfläche macht, muß 24 bis 25 Grad betragen; der obere Durchmeſſer des Kegels iſt alle Mahl der dritte Theil des untern. Der Raum zwiſchen beyden Kegeln iſt in 8 Kammern

mern abgetheilt, deren Wände den obern Kegel tragen, und verlängert durch die Axe der Röhre t c gehen; ihre länge beträgt aber nicht mehr als die Hälfte des Halbmeſſers, womit die größere Grundfläche des Kegels beſchrieben worden, oder ⅔ von der Seite des Kegels. Auf ſolche Art iſt die äußere Oeffnung jeder Kammer beynahe dem Durchmeſſer der kleinern Grundfläche des Kegels gleich. Bläſet nun der Wind in die ihm entgegenſtehende Kammer, ſo füllt er ſie mit einem Strome, deſſen Dichtigkeit gegen den Mittelpunkt immer zunimmt. Wo aber die Wände aufhören, wirkt dieſer Strom durch Adhäſion, oder, wie ſich Parrot ausdrückt, durch Friktion, und bringt daher über der Oeffnung a b eine Dilatation der luft hervor. Die Oeffnung n des obern Kegels darf nicht unbedeckt bleiben, denn ſonſt würden nicht allein die oberſten Windſtrahlen ohne Saugung unbenußt zur Oeffnung hinausgehen, ſondern ſie würden auch zwiſchen den Seitenflächen der Kegel einen Raum mit verdünnter luft verurſachen, wodurch der einſtrömende luftſtrom nicht gerade auf der Seitenfläche des untern Kegels fortgleiten könne, ſondern über dieſelben empor gehoben werde. Man verſchließt daher die obere Oeffnung mit einer kreisförmigen Scheibe, welche von außen zum Ablaufen des Regens etwas erhaben gemacht werden kann. Was die Wirkung der Maſchine betrifft, ſo berechnet Herr Parrot, daß die Geſchwindigkeit, womit die luft herausgefegen wird, ſich zu der, mit welcher der Wind von außen zwiſchen die Kegel bläſet, wie 2 zu 5 verhält. Mannigfaltige Verſuche, die er mit Ventilatoren von allen Gattungen und Größen bis auf zwey Fuß im Durchmeſſer gemacht hatte, beſtätigten dieſe Theorie.

Die Wirkung des Saugventilators würde aber bald aufhören, wenn die luft, die er ſaugt, nicht augenblicklich wieder erſeßt wird. Zu dieſer Abſicht wäre nun ſchon eine bloße Oeffnung, ein Windrädchen oder eine Röhre, die in die freye luft reicht, hinlänglich. Allein um die Wirkung der Saugmaſchine zu vermehren, gibt Hr. Parrot einen eigenen

Druckventilator an, welcher eine gewiſſe Quantität friſche Luſt in den zu reinigenden Ort preßt. Hierzu wird ein Kaſten mit den Leitröhren und der Röhre t c, wie im vorigen, angelegt, nur der Kopf wird ſo umgekehrt, daß die größern Grundflächen der Kegel ſich aufwärts kehren; auch werden die Kegel etwas ſpitziger, und die Seitenfläche des oberſten, wie die Oeffnung einer Trompete, krummlinicht gemacht. Der Durchmeſſer der kleinern Grundfläche iſt hier nur $\frac{1}{4}$ des größern, auch ſind die größern Grundflächen beyder Kegel gleich. Der Durchmeſſer der Röhre hat, wie bey dem Saugventilator, $\frac{1}{3}$ vom Durchmeſſer der größern Grundfläche. Zwiſchen beyden Kegelflächen werden hier 12 Windkammern angelegt. Zur Bedeckung gegen die üble Witterung dient ein kegelförmiges Dach, welches mit einer Rinne zum Aufenthalte des Regens und 6 Oeffnungen, wie Tagelöchern, verſehen iſt. Inwendig hängt dieſen Oeffnungen gerade gegen über ein leichtes Bretchen frey an zwey Lederſtücken, an welche der Wind beym Eintritt ſtößt, und dadurch gegen die untere Mündung gerichtet wird.

Herr Parrot gibt noch eine andere Saugmaſchine an, wo ein mit der Kurbel gedrehetes Windrad gebraucht wird, welche aber hier weiter nicht beſchrieben werden kann.

Im praktiſchen Theile ſeines Werks wird zuerſt durch Verſuche herausgebracht, daß die geſammte reine Luft, welche ein Menſch durch Athmen und Ausdünſtung in einer Minute verbraucht, auf $\frac{1}{3}$ Cubikfuß zu rechnen iſt; daß folglich der Saugventilator ſo viel fortſchaffen, und der Druckventilator eben ſo viel liefern muß. Hierauf zeigt er ausführlich, wie man dieſe Maſchine bey Wohngebäuden, franzöſiſchen Caminen, Krankenhäuſern, Gefängniſſen, Kirchen, Schauſpielhäuſern, Schiffen, Bergwerken, Schornſteinen, und Reverber-Laternen brauchen kann.

Am Ende ſeines Werks bemerkt Parrot noch, daß er den erſten Gedanken zu ſeinem Luftreiniger aus einem franzöſiſchen Werke: la théorie du feu etc. 1710. geſchöpft, hingegen vom Herrn de l'Isle de St. Martin und ſeinem

etwas

etwas ähnlichen Vorſchlage vor Abfaſſung ſeiner Schrift nichts gewußt habe.

M. ſ. Beſchreibung einer nützlichen Maſchine des Herrn Stephan Hales im Hamburg. Magaz. B. II. S. 25. u. f. Tiber. Cavallo Abhandlung über die Natur und Eigenſchaften der Luft a. d. Engl. Leipz. 1783. 8. S. 175. f. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. VI. St. 1. S. 81. f. B. IX. St. 4. S. 86. u. f.

Venus (Venus). Dieſen Nahmen hat einer von den ſechs Planeten erhalten, welche täglich ihren Stand gegen die übrigen Fixſterne ändern. Dieſer Planet läßt ſich ſehr leicht am Himmel wegen ſeines ungemein glänzenden und lebhaften Lichts von allen übrigen unterſcheiden. Mit einem beſonders lebhaften Glanze erſcheint uns die Venus, wenn ſie der Erde nahe iſt, ſo daß die Körper bey hinreichender Dunkelheit von ihrem Schein einen Schatten werfen. Indeſſen iſt doch ihr Licht nicht funkelnd oder zitternd, wie das der Fixſterne. Die Venus entfernt ſich von der Sonne nie über 48 Grad, und folgt daher derſelben entweder nach ihrem Untergange, oder geht vor ihrem Aufgange voran, dieſerwegen ſie auch den Nahmen des Abendſterns und Morgenſterns führt. Die Beſchaffenheit des ſcheinbaren Laufs der Venus ſoll Pythagoras entdeckt haben. So ſagt Plinius *): Praeueniens quippe ſolem, et ante matutinum exoriens, *Luciferi* nomen accipit, vt ſol alter, diem maturans; contra ab occaſu refulgens nuncupatur *Veſper*, vt prorogans lucem, vicemque lunae reddens. Quam naturam eius Pythagoras Samus primus deprehendit, Olympiade circiter XLII. qui fuit orbis Romae annus CXLII. Tournefort [β]) nimmt dieß bey Gelegenheit einer ſamiſchen Münze dafür an, als ob Pythagoras die Venus zuerſt entdeckt habe. Allein es iſt dieß von der Identität des Morgen- und Abendſterns zu verſtehen; und ſelbſt dieſe war für aufmerkſame Beobachter des Himmels

*) Hiſtor. natur. II. 8.

[β]) Voyage au Levant. Lyon 1717. Tom. II. lett. 10.

mels eine ſehr leichte Entdeckung, welche lange ſchon vor Pythagoras iſt gemacht worden.

Nach der größten Elongation der Venus auf der Abendſeite der Sonne, da ſie als Morgenſtern am längſten ſichtbar iſt, geht ſie alsdenn rechtläufig zur Sonne zurück, und kömmt hierauf mit ihr in die obere Conjunktion. Gerade um dieſe Zeit iſt ihr Lauf am ſchnellſten; hiernächſt bewegt ſie ſich mit abnehmender Geſchwindigkeit gegen die Morgenſeite der Sonne, und wird nun als Abendſtern ſichtbar. Nachdem ſie nun auf ſolche Art abermahls die größte Elongation erreicht hat, ſteht ſie nun kurze Zeit ſtill, wird alsdenn rückläufig, und kehrt mit beſtändig wachſender Geſchwindigkeit zur untern Conjunktion mit der Sonne zurück. Zu dieſer Zeit ſieht man ſie bisweilen als einen ſchwarzen Flecken von Morgen gegen Abend vor der Sonnenſcheibe vorüber gehen. M. ſ. Durchgänge. Hierauf geht ſie wieder auf die Abendſeite der Sonne zurück, wird Morgenſtern, und ſetzt ihren Lauf mit abnehmender Geſchwindigkeit bis zur größten Elongation fort, wo ſie wieder ſtill ſteht, und aufs neue rechtläufig wird. Einen ſolchen ſcheinbaren Umlauf vollendet ſie binnen 584 Tagen, als eine beſtändige Begleiterinn der Sonne.

Daraus ſchließen ſchon die alten Aſtronomen ganz richtig, daß die Venus beſtändig um die Sonne läuft. Sie iſt einer von den unterſten Planeten, welche von der Sonne nicht ſo weit, als unſere Erde, entfernt ſind, und deren Bahnen folglich von der Erdbahn umſchloſſen werden. Von der Sonne aus gerechnet iſt ſie der zweyte Planet. Ihre Bahn um die Sonne iſt, wie die Bahnen der übrigen Planeten, elliptiſch, und die Ebene derſelben macht mit der Ebene der Ekliptik einen Winkel von 3° 23′ 20″.

Da alſo die Venus innerhalb der Erdbahn um die Sonne läuft, ſo muß ſie nothwendig in Lagen kommen, in welchen ſie ihre gegen die Sonne gekehrte Seite bald ganz, bald nur zum Theil gegen uns kehrt, bald ganz von uns abwendet. Wenn daher Venus ein für ſich dunkler Körper iſt, welcher ſeine Erleuchtung von der Sonne erhält, ſo muß ſie uns bisweilen

weilen mit vollem Lichte, bisweilen nur zum Theil erleuchtet ſcheinen, bisweilen aber ganz dunkel ausſehen. Das abwechſelnde Licht der Venus iſt wirklich ſchon durch mittelmäßige Fernröhre wahrzunehmen. M. ſ. Phaſen.

Die Eccentricität der Venus iſt ſehr gering, indem ſich ihre größte Entfernung von der kleinſten, ungefähr wie 73 zu 72 verhält. Ihre mittlere Entfernung beträgt $\frac{7}{10}$ (genauer 0,72333) der Entfernung der Erde. Es läßt ſich alſo die Venusbahn ohne großen Fehler als ein Kreis betrachten, deſſen Halbmeſſer = $\frac{7}{10}$ von dem Halbmeſſer der Erdbahn iſt. Dieſe Bahn durchläuft ſie binnen 224 Tagen 16 Stunden 49 Minuten 13 Sekunden.

Durch ſehr lange Fernröhre nimmt man auf der Venus Flecken wahr, aus deren Bewegung ſich eine Umdrehung der Venus um ihre Axe ſchließen läßt. Dominicus Caſſini ſahe ſie zuerſt im Jahre 1666. in Italien, und ſchloß daraus die Umdrehungszeit der Venus = 24 Stunden; dagegen glaubt aber Bianchini *) vermöge ſeiner durch ungemein lange Fernröhre ſehr ſorgfältig angeſtellte Beobachtungen dieſe Zeit auf 24 Tage zu ſetzen. Der jüngere Caſſini †) hat ſeinen Vater gegen den Bianchini vertheidigt. Die kaiſerl. petersburgiſche Akademie der Wiſſenſchaften ſetzte zwey Mahl einen Preis darauf, die Bewegung der Planeten um ihre Axen, beſonders der Venus durch Beobachtungen zu beſtimmen. Sie hat aber keine erhalten: ſelbſt nicht aus Italien. Außer Italien ſind ſonſt keine Flecken an der Venus geſehen worden, und ſelbſt Dominicus Caſſini hat ſie zu Paris nicht wieder geſehen. Ob es alſo gleich unentſchieden blieb, welches die wahre Zeitdauer der Umwälzung der Venus um ihre Axe ſey, ſo haben auch die meiſten Aſtronomen Caſſini's Beſtimmung für richtiger gehalten. Endlich iſt dieſer faſt ein ganzes Jahrhundert hindurch gedauerte Streit über die Umwälzungszeit der Venus durch Herrn Schröter in

N 5 Lilien-

*) Heſperi et Phoſphori noua phaenomena. Romae, 1728. Fol. cap. V. p. 50.

†) Elemens d'aſtronomie. L. I. cap. 7.

Lilienthal ziemlich entſcheidend zum Vortheil der Caſſiniſchen Angabe beygelegt worden *). Herr **Schröter** hat jedoch dieſe Zeitperiode nicht aus Beobachtung der **Flecken**, ſondern vielmehr aus den Geſtalten des ſüdlichen und nördlichen Horns geſchloſſen. Zu der Zeit, da die Venus am weiteſten von der Sonne abſteht, und entweder als Morgen- oder Abendſtern geſehen wird, und überdieß die Geſtalt des Mondes in ſeinen Vierteln hat, zeigen die beyden Hörner veränderliche Geſtalten, ungefähr nach 24 Stunden aber kommen immer die nähmlichen Geſtalten wieder zum Vorſchein. Seine Beobachtungen fallen in den Zeitraum vom 11. Dec. 1791. bis 11. Jan. 1792. Das ſüdliche Horn erſchien von Zeit zu Zeit nicht wie das nördliche, ſpitzig, ſondern beträchtlich abgerundet, und zeigte ſich auch mit einem einzelnen, in der Nachtſeite erleuchteten Berggipfel. Nach etwa 2 Stunden verlor es ſeinen Schatten, und ward wohl noch ſpitziger als das nördliche, und ſeine abgerundete Geſtalt erſchien täglich ungefähr eine gute halbe Stunde früher, welches auf eine Umwälzung von 23½ Stunden ſchließen ließ. Am 30. Dec. 1791. Morgens 8 Uhr erſchien das ſüdliche Horn genau aber ſo ſtark abgerundet, und mit einem iſolirt in der Nachtſeite erleuchteten Berggipfel, wie es zwey ganzer Jahre vorher, am 28. Dec. 1789. Abends 5 Uhr erſchienen war. Die um 731 Tage 15 Stunden von einander entfernten Beobachtungen geben genau 752 Revolutionen, wenn jede zu 23 Stunden 20 Minuten 59,4 Sekunden genommen wurde, wofür Herr **Schröter** 23 Stunden 21 Minuten annimmt, die auch mit mehreren Reſultaten aus andern Zwiſchenzeiten bis auf eine Kleinigkeit übereintrifft.

Dieſe von Herrn **Schröter** beſtimmte Zeitperiode iſt beſonders dieſerwegen merkwürdig, weil ſie auf einem ganz andern Wege als **Caſſini's** und **Bianchini's** ihre gefunden worden, und gleichwohl eine ſo genaue Uebereinſtimmung

mung

*) Cytheréographiſche Fragmente, oder Beobacht. über die ſehr beträchtlichen Gebirge und die Rotation der Venus. Erfurt 1793. 4.

mung mit der Caſſiniſchen hat, für welche letztere ſchon Caſſini der Sohn erinnerte, daß die Flecken, aus welchen Bianchini ſeine Umwälzung von 24 Tagen 8 Stunden gefolgert hat, unterſchiedene geweſen ſeyn könnten, und daß ſich unter dieſer Vorausſetzung Bianchini's Beobachtungen mit einer Periode von 23 Stunden 22 Minuten vergleichen ließen, welche von Herrn Schröter nur um 1 Minute verſchieden wäre. Herr Käſtner bemerkt, daß die Methode, die Umdrehungszeit durch Beobachtungen der Flecken auf der Venus deßwegen vielleicht nicht habe gelingen wollen, weil dazu eine beſondere Heiterkeit der Luft gehören möchte. Dieſe Bemerkung ſcheint dadurch beſtätiget zu werden, daß Herr Schröter zu ſeiner Beſtimmung nicht die Flecken, ſondern einen ganz andern Umſtand gebraucht hat. Herr Herſchel *) hat zwar gegen einiges in Herrn Schröters Schrift Vorgetragene Erinnerungen gemacht; allein es iſt doch nunmehr gewiß, daß ſich Bianchini geirrt habe.

Herr Schröter hatte ſchon aus ſeinen erſten Beobachtungen geſchloſſen, daß der Aequator der Venus eine beträchtliche Neigung gegen die Ekliptik habe, und die Pole von dem Hornſpitzen ziemlich entfernt liegen müſſen. Im Jahre 1793. hat ſich nicht allein durch mehrere und genauere Beobachtungen die Rotation der Venus beſtätiget, ſondern auch eine Libration derſelben ſich ergeben. Es zeigte ſich nähmlich am 26. Febr. das nördliche Ende der Erleuchtungsgränze abgerundet, das ſüdliche hingegen mit einer deutlichen abgetheilten, etwas hervorragenden Spitze. Dieſes verlor ſich allmählich ſo, daß das ſüdliche Ende nach zwey Stunden eben ſo abgerundet, als das nördliche erſchien. Am folgenden Tage bemerkte er das Nähmliche etwa um 40 Minuten früher. Bey andern Digreſſionen der Venus von der Sonne aber zeigte es ſich nicht, zum Beweiſe, daß nicht immer einerley Theile der Venusfläche bey ihrer Umdrehung in die ſichtbare Hälfte kommen.

Was

*) Philoſoph. Transact. Vol. LXXXIII. P. II.

Was den ſcheinbaren Durchmeſſer der Venus betrifft, ſo wird dieſer wegen der verſchiedenen Entfernung von der Erde ſehr veränderlich geſunden. Bey den Durchgängen durch die Sonnenſcheibe, da ſie der Erde am näheſten ſtand, hat man ihn größer als 1 Minute, im vollen lichte oder hinter der Sonne, da ſie von uns am weiteſten abſteht, nur 9 Sekunden geſunden. In der größten Elongation von der Sonne, wo ſie weniger als zur Hälfte erleuchtet erſcheint, beträgt ihr Durchmeſſer 39 Sekunden. Die Größe der Venus hat man immer etwas kleiner als die unſerer Erde angenommen. So ſetzt de la Lande den Durchmeſſer der Venus = $\frac{24}{25}$ des Erddurchmeſſers. Herſchel aber gibt die Venus in den Transactionen für 1739. etwas größer als unſere Erde an.

Die Dichtigkeit und die Maſſe der Venus laſſen ſich nicht genau beſtimmen, weil die Fehler der Meſſungen des ſcheinbaren Durchmeſſers und die Störung, welche ſich ſchwerlich in Rechnung bringen läßt, einen großen Einfluß auf die Beſtimmungen dieſer beyden Stücke habe. Herr de la Lande, welcher annimmt, daß ſich die Dichten der Weltkörper, wie die Quadratwurzeln ihrer mittleren Bewegungen um die Sonne verhalten, ſetzt dieſem zu Folge die Dichte der Venus = 1,275, wenn die Dichte der Erde = 1 geſetzt wird. Hieraus mit dem körperlichen Raume zuſammengenommen, folgt ihre Maſſe = 1,1256 der Maſſe der Erde, und der Fallraum der Körper auf der Oberfläche der Venus = 18½ Fuß in einer Sekunde. In den Wiener Ephemeriden für 1794. findet ſich über die Maſſe der Venus eine ausführliche Abhandlung vom Herrn Triesnecker, in welcher dieſelbe nach einem Mittel aus mehreren Angaben = 1,0559 gegen die Maſſe der Erde = 1 geſetzt wird. Nach la Place Beſtimmungen aber wäre die Maſſe der Venus gegen die der Erde = 1 genommen = 1,1616.

Wenn man die mittlere Entfernung der Sonne von der Erde (24260 Erdhalbmeſſer) in 1000 Theile theilet, ſo ſteht Venus in der Sonnenferne um 728, in der Sonnennähe um

713 ſolcher Theile von der Sonne ab. Ihre kleinſte Entfernung von der Erde, wenn ſie in der untern Conjunktion und Sonnenferne, die Erde aber in der Sonnennähe iſt, macht 983 — 728 = 255 Theile; die größte, wenn ſie in der obern Conjunktion und Sonnenferne, die Erde aber auch in der Sonnenferne iſt, 1017 + 728 = 1745 Theile aus. Beyde verhalten ſich zu einander beynahe wie 1 : 7, daher auch der ſcheinbare Durchmeſſer der Venus in der untern Conjunktion faſt ſieben Mahl größer iſt, als in der obern.

Ihre geringſte Entfernung von der Erde beträgt 6720, und ihre größte 41800 Erdhalbmeſſer.

Uebrigens beweiſen die ſchon erwähnten Flecken, welche **Caſſini**, **Bianchini** u. a. wahrgenommen haben, daß ihre Oberfläche ungleich ſey. **De la Hire** [a]) beobachtete auf ihr durch ein Fernrohr, das 90 Mahl vergrößerte, Ungleichheiten, die er größer als die Mondsberge ſchätzt. Auch Herr **Schröter** [β]) ſtellt etwas einem Flecken ähnliches auf der Fläche der Venus dar, welches aber ſehr undeutlich begränzt iſt. Aus den auf ſelbiger beobachteten abſtehenden Lichtpunkten aber hat er Höhen der Venusberge von 4,2 geographiſchen Meilen, und nachher von 5,6 geographiſchen Meilen oder 21360 Toiſen geſchloſſen.

Seit 1780. hat ſchon Herr Schröter, noch mit achromatiſchen Fernröhren, einen ſtarken Abfall des Lichts im Ab- und Zunehmen an der Venus bemerkt, und daraus auf eine Atmoſphäre derſelben geſchloſſen. Das Licht der ſichelförmigen Venus war beſtändig am äußern Rande am ſtärkſten, fiel von da bis zur Lichtgränze mehr ab, und ſchien unmittelbar an dieſer Gränze ſo ſchwach, daß es ſich gewöhnlich in einer matten bläulichgrauen Farbe verlor. In der Folge fand er bey mehrerer Aufmerkſamkeit deutliche Kennzeichen einer Dämmerung, welche ſich, wenn man den Halbmeſſer der Venus = 834 geographiſche Meilen ſetzt, von der Erleuchtungsgränze ſenkrecht über einen Flächenſtrich von 67 Meilen

a) Mémoir. de l'Academ. roy. des ſcienc. de Paris. 1700.
β) Selenatograph. Fragm. Taf. XLII. fig. 8.

Meilen in die Nachtſeite erſtreckt. Daraus findet er den untern dichtern Theil der Venusatmoſphäre, von welchem dieſe Dämmerung herrührt, 2526 Toiſen hoch, jedoch mit der Unſicherheit, daß wir den Betrag der dortigen Strahlenbrechung nicht kennen, auch, wie bey der Erde, nicht wiſſen, ob die Dämmerung von einmahliger oder mehrmahliger Reflexion herrührt*).

In einem Aufſatze in den engliſchen Transactionen †) lehrt Herr Schröter die Methode, die Entfernung des Dämmerungskreiſes von der Lichtgränze zu beſtimmen. Das Dämmerungslicht verliert ſich nähmlich auf der Venus nur allmählich bis in Hornſpitzen, deren Sehne vom Venusrande weiter als um den Halbmeſſer abſteht; dieſe Sehne begränzt die Projektion des Dämmerungskreiſes, und auf dieſe Art läßt es ſich begreifen, wie durch Sphärik die wahre Entfernung des letztern aus dem Verhältniſſe des beobachteten Abſtandes der Sehne zum ſcheinbaren Halbmeſſer gefunden werden könne. Herr Schröter gibt die Entfernung des Dämmerungskreiſes in den Transactionen 4° 35′ 34″ bis 4° 36′ 28″ an; die Vergrößerungen waren aber nur ſchwach, auch hatte er nicht gerade die Zeitpunkte benutzt, in welchen die Dämmerung am ſtärkſten iſt, welches die nächſten Tage vor und nach der untern Conjunktion ſind.

Neuere Beobachtungen mit ſtärkern Vergrößerungen zur Zeit der untern Conjunktion am 2ten Jan. 1795. gaben die Entfernung des Dämmerungskreiſes größer ?). Am 17ten Dec. 1794. ward der ſcheinbare Durchmeſſer der Venus = 56″, die Entfernung der Sehne = 34″ gefunden: daraus findet ſich die Entfernung des Dämmerungskreiſes = 6° 33′ 50″. Herr Schröter bemerkt, daß man nur ſolche Beobachtungen vergleichen dürfe, welche mit einerley Werkzeuge und gleichen Vergrößerungen angeſtellt ſind. Das Reſultat von allen

*) Götting. gelehrte Anzeig. 1792. St. 77. u. 86.

†) Vol. LXXXII. auch götting. gelehrte Anzeig. 1793. S. 1058.

allen iſt, daß man im Durchſchnitt die Horizontalrefraktion in der Venus etwa auf 30′ 34″ ſetzen könne.

Auch Herr **Herſchel** *) hat die größere Helligkeit der Venus gegen den äußern Rand wahrgenommen, und daraus auf eine dichte Atmoſphäre derſelben geſchloſſen, welche das Licht nach verſchiedenen Richtungen reflektire und breche. Hieraus muß an den Stellen, wo man auf dieſe Atmoſphäre in ſchiefer Richtung ſieht, nothwendig die Erſcheinung eines hellen Randes entſtehen. Eben deßwegen ſind auch ſo ſelten Flecken auf der Venus zu entdecken, weil die Materie der Atmoſphäre das Licht auffängt.

Von einem angeblichen Trabanten der Venus ſ. m. den Artikel, **Nebenplaneten.**

Die Aſtronomen bezeichnen die Venus mit ♀.

M. ſ. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, an verſchiedenen Stellen. **Käſtner** Anfangsgründe der angew. Mathematik. 4te Aufl. Aſtronomie. §. 192. u. f. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. VIII. St. 2. S. 167. f. B. IX. St. 1. S. 179.

Vera's hydrauliſche Maſchine, Funicularmaſchine (machina hydraulica funicularis, machine hydraulique de Mr. Vera). Um das Jahr 1780. erfand Herr **Vera** in Frankreich eine eigene Einrichtung, mittelſt eines Seils ohne Ende Waſſer in großer Menge und mit geringen Koſten auf eine beträchtliche Höhe zu heben. Er übergab der königlichen Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris ein Modell ſeiner Maſchine, worüber die zur Unterſuchung ernannten Commiſſäre einen ſehr vortheilhaften Bericht über dieſe Erfindung abgeſtattet haben.

Die Einrichtung dieſer Maſchine iſt folgende: ein großes Rad (fig. 16) t, welches am Umfange einen Einſchnitt hat, um eine Schnur ohne Ende darum zu legen, wird an einem eigenen Geſtelle ſo angebracht, daß es mittelſt einer Kurbel oder dergleichen um ſeine Axe in einen ſchnellen Umlauf gebracht werden kann. Das Seil ohne Ende geht über eine

*) Philoſoph. Transact. Vol. LXXXIII. P. II.

eine kleine Rolle oder über einen Würfel, welcher in der Figur von dem Geſtelle verdeckt iſt. An der Axe dieſes Würtels ſteckt eine in einem eigenen oben gewölbten Gehäuſe c ganz unbewegliche Rolle a; eine andere eben ſo große unbewegliche Rolle b befindet ſich im Waſſerbehälter r; um beyde Rollen a und b iſt ein Seil ohne Ende fg gelegt. Mit der Umdrehung des Rades t kommen nun die beyden Rollen a und b in Umlauf, und dadurch zugleich das Seil ohne Ende fg in eine ſchnelle Bewegung. Der aufſteigende Theil dieſes Seils nimmt nun allezeit eine gewiſſe Menge Waſſers mit ſich, welches ſich rund herum um das Seil anlegt, und gleichſam eine Schale bildet, wovon das Seil den Kern ausmacht. Die gehobene Waſſermenge hängt bloß von der Dicke des Seils und der Geſchwindigkeit der Bewegung ab.

Das Gehäuſe c hat im Boden zwey Oeffnungen, durch welche das Seil fg hindurchgeht. Das gehobene Waſſer ſchlägt an das obere Gewölbe an, und wird von da aus durch die Röhre d in das Behältniß e geleitet.

Die Urſache der Erhebung des Waſſers an dieſer Maſchine iſt bloß in der Adhäſion des Waſſers mit den Fäden, aus welchen das Seil verfertigt iſt, zu ſuchen. Nachdem ſich nähmlich dieſes an das Seil angelegt hat, kommt die ſchnelle Bewegung des Seils hinzu, welche verurſacht, daß das angelegte Waſſer nicht ſogleich wieder ablaufen kann. Der nähmliche Erfolg würde Statt finden, wenn ſtatt des Seils eine eiſerne Kette angewendet würde; denn alsdenn würde ſich das Waſſer in die Gelenke derſelben legen, und durch die ſchnelle Bewegung mit in die Höhe gehoben werden.

Um mehr Waſſer in die Höhe zu bringen, hat man den Vorſchlag gethan, ſtatt eines Seils mehrere anzuwenden; die Erfahrung hat auch, wenigſtens in Modellen, gelehrt, daß durch Verdoppelung des Seils faſt doppelt ſo viel Waſſer gehoben wird. Zu dieſer Abſicht erhalten die beyden Rollen a und b doppelte Einſchnitte, worin zwey von einander unabhängige Seile ohne Ende eingelegt werden, welche mit einander parallel laufen, und nicht viel weiter als um die

Größe

Größe ihres Durchmeſſers aus einander abſtehen. In einem ſolchen Falle erhebt ſich eine ganze Waſſerſäule zwiſchen den beyden parallel gehenden Seilen. Noch mehrere Seile zu gebrauchen, würde im Großen wegen des Gewichts der Waſſerſäule nicht anzurathen ſeyn. Ein Strick von 21 Linien im Umfange hob in $7\frac{3}{4}$ Minuten 250 Pinten Waſſer auf eine Höhe von 63 Fuß. Vera gibt den Stricken aus Geniſt (Spartium Lin.) den Vorzug, weil ſie ſich länger im Waſſer, ohne zu faulen, erhalten.

Im Jahre 1788. ſetzte die königliche Societät der Wiſſenſchaften zu Göttingen einen Preis auf die Entwickelung der Theorie und vortheilhafteſte Einrichtung dieſer Maſchine [α]); ſie erhielt aber nur eine einzige Abhandlung, welche der vorgeſchriebenen Abſicht nicht ganz entſprach. Hierbey werden Experimentaluntersuchungen angeführt, welche Deparcieux [β]) darüber angeſtellt, und dadurch ſeiner Meinung nach erwieſen habe, daß dieſe Maſchine weniger leiſte, als alle bisher bekannte hydrauliſche Maſchinen, ſelbſt die Eimermaſchine an den gewöhnlichen Ziehbrunnen nicht ausgenommen. Der Ritter Marſilio Landriani hat eine verbeſſerte Einrichtung dieſer Maſchine angegeben, welche man im Gothaiſchen Magazin. B. II. St. 2. S. 69. beſchrieben findet.

Der Nahme Funicularmaſchine, welchen man dieſer Erfindung beygelegt hat, bezeichnet ſonſt in der Mechanik Varignon's einfache Seilmaſchine. M. ſ. Potenzen, mechaniſche (Th. IV. S. 35.)

Herr D. Vanel [γ]) hat noch eine andere der vorigen ſehr ähnliche hydrauliſche Maſchine angegeben, wobey nicht ſo viele Seile nöthig ſind, und auch nicht leicht Schaden und Aufenthalt leidet. Sie iſt ſehr einfach und hebt das Waſſer über 80 Fuß hoch.

M. ſ.

α) Götting. gelehrte Anzeig. Jahrg. 1786. St. 196. S. 2041.
β) S. *Berthollet* mechanique appliquée aux arts et aux manufact. à Paris 1782. Vol. II. 4.
γ) Hiſtoir. et mémoir de la ſocieté des ſcienc. phyſ. de Lauſanne, Tom II. 1784 – 1786. 4.

M. ſ. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. I. St. 3. S. 95. f. **Abel Bürja** Grundlehren der mechaniſchen Wiſſenſchaften. Th. I. Berlin 1790. 8. Hauptſt. II. §. 8.

Verbrennung, das Verbrennen (*combuſtio, combuſtion*) heißt eine gänzliche Zerſetzung verſchiedener Körper durch Feuer, beym Zutritte der reinen oder atmoſphäriſchen Luft. Es iſt eine ganz allgemein bekannte Erfahrung, daß eine ſehr große Menge von Körpern, welche entweder einer Lichtflamme oder dem Kohlenfeuer, oder ſonſt einem hinreichenden Grade der Hitze ausgeſetzt werden, an der freyen Luft glühen, und zuletzt in wirkliche Flamme ausbrechen, wodurch ihre vorige Zuſammenſetzung zerſtört, ein großer Theil ihrer Subſtanz in Dampf aufgelöſet, und der Rückſtand in Aſche verwandelt wird. M. ſ. **Flamme, Rauch, Aſche.** Das Merkwürdigſte beym Akt des Verbrennens iſt dieß, daß bey der einmahligen angefangenen Operation das Feuer aus den Körpern ſelbſt entwickelt wird, ohne einer weitern Mittheilung deſſelben zu bedürfen. Dieß hat die Veranlaſſung gegeben, in den brennbaren Körpern etwas anzunehmen, was ihnen dieſe Fähigkeit ertheilt. Was aber dieß Etwas ſey, darüber hat man von jeher verſchiedene Meinungen gehabt. **Becher** nahm zuerſt ein eigenes Weſen an, das die Urſache der Fähigkeit zum Brennen in den verbrennlichen Körpern wäre, und **Stahl** erläuterte den Begriff von dieſem Weſen näher, und nannte es **Phlogiſton, brennbares Weſen, entzündlichen Grundſtoff.** Das Stahliſche Phlogiſton ward mit allgemeinem Beyfall aufgenommen, und hat beynahe ein ganzes Jahrhundert hindurch Vertheidiger gefunden. Unter dieſer Vorausſetzung kann man alſo die Verbrennung als eine Entbindung des Phlogiſtons aus den verbrennlichen Körpern durch die Wirkung des Feuers betrachten.

Indeſſen hat man ſich von dem Phlogiſton gar ſehr verſchiedene Begriffe gemacht, bald dachte man es ſich in einer erdichten Form, und glaubte, daß es das Elementarfeuer, oder den Wärmeſtoff, oder die Lichtmaterie gebunden enthielte;

hielte; bald hielt man es für bloß reine gebundene Wärmematerie; bald in gewiſſe Zellen des Körpers eingeſchloſſen, nach deren Zerreiſſung es frey werde, und ſo Feuer hervorbringe; bald für einen mit den übrigen ungleichartigen Beſtandtheilen der verbrennlichen Körper innigſt und chemiſch verbundenen, und davon aufgelöſten Beſtandtheil. M. ſ. Brennſtoff.

Erſt in den neuern Zeiten hat man mehr auf die Umſtände Acht gehabt, welche bey dem Verbrennen der verbrennlichen Körper, und folglich bey der Entwicklung des Feuers aus denſelben zugegen ſind; auf den Einfluß, welchen die Luft dabey hat, und auf die Veränderungen, die ſie dabey erleidet. Zur Entzündung eines jeden verbrennlichen Körpers iſt eine vorhergehende Erhitzung nöthig, welche nach der verſchiedenen Natur derſelben größer oder geringer ſeyn muß, und entweder durch Ausſetzung des Körpers in dieſe höhere Temperatur, oder durch Reiben, oder auch wohl durch innere Bewegungen, z. B. durch Gährung und Fäulniß gewiſſer Stoffe erhalten wird. M. ſ. Selbſtentzündung. Wenn aber einmahl der Anfang gemacht, und der freye Zugang der atmoſphäriſchen Luft vorhanden iſt, ſo dauert die Verbrennung von ſelbſt bis zur gänzlichen Zerſetzung des Körpers fort, und es entwickelt ſich dabey durch Glühen und Flamme eine ſolche Menge von Wärmeſtoff, daß nahe dabey ſich befindliche brennbare Körper ebenfalls in Brand gerathen und dadurch aufgezehrt werden.

Das erſte Hauptgeſetz bey der Verbrennung iſt dieſes, daß ſie ſchlechterdings den Zugang der reſpirablen Luft erfordert, und daß ſie um deſto lebhafter geſchiehet, je reiner die Luft iſt, und je mehr ihr Zugang befördert wird; und daß der reinere Theil der Luft auf die Verbrennung verwendet, oder durch dieſelbe verzehrt wird. Dieß Geſetz findet man durch alle Verſuche beſtätigt, welche mit brennenden Kerzen, brennendem Phosphor, Schwefel u. dergl. unter gläſernen Glocken im pneumatiſch chemiſchen Apparate angeſtellet werden, und unter den Artikeln, Gas, phlogiſtiſir-

 tes,

tes, Phoſphorus, Schwefel angeführt ſind. Alle dieſe beweiſen unwiderſprechlich, daß durchs Verbrennen der verbrennlichen Körper in der atmoſphäriſchen Luft der reinere Theil verzehrt, und der übrige Theil unter dem Nahmen der phlogiſtiſirten Luft (Stickluft) zurückgelaſſen wird, daß das Verbrennen unter Glocken aufhört, wenn der reinere Theil der darunter befindlichen aufgezehrt iſt, und daß daher zu jeder Verbrennung eine beſtimmte Menge von Lebensluft erfordert werde. Noch mehr beſtätigt ſich dieß dadurch, weil die Verbrennung in der durch die Kunſt bereiteten ganz reinen Luft in einem ungemein hohen Grade befördert wird. M. ſ. Gas, dephlogiſtiſirtes.

Flüſſige Körper brennen daher, ſelbſt die entzündlichſten, als Weingeiſt, ätheriſche Oehle u. ſ. f. nur auf ihrer Oberfläche, mit welcher ſie die Luft unmittelbar berühren. Dagegen brennen die in Dämpf verwandelten Körper, welche in dieſer Form von allen Seiten mit Luft umgeben ſind, ſehr ſchnell und mit einem Mahle ab. Eben dieß iſt auch die Urſache, warum gewiſſe ſehr brennbare Körper, als z. B. fette Oehle, Talg, u. dergl. nicht eher brennen, als bis ſie zur Verdampfung erhitzt werden, weil ſonſt ihre Zähigkeit den Zutritt der Luft zu den in Feuer zu ſetzenden Theilen abhält, und die Flamme erſtickt.

Hieraus läßt ſich nun ſehr leicht von ſelbſt ſchließen, daß man zur Beförderung der Verbrennung ſo viele Theile des verbrennlichen Körpers als möglich, der Luft ausſetzen, und die den Körper berührende Luft von Zeit zu Zeit erneuern müſſe, worauf ſich die Wirkung der Gebläſe und der Zugöfen gründet.

Auf die Veränderung der Luft, welche ſie beym Akt des Verbrennens erleidet, iſt man erſt ſeit Prieſtley's Unterſuchungen über die Gasarten aufmerkſam geworden. Sonſt glaubte man, die Luft ſey als ein bloßes Mittel zu betrachten, welches die wäſſerigen Theile der Flamme auflöſe und fortführe, oder durch ſeinen mechaniſchen Druck die Flamme ſelbſt zuſammenhalte; allein jetzt wurde an ihr ein zur Verbrennung

brennung weſentliches chemiſches Zwiſchenmittel entdeckt, welches bey dieſer Operation ſelbſt zerſetzt wird, und deſſen Beſtandtheile in andere Verbindungen eingehen. Dieſe Entdeckungen mußten nun nothwendig auch neue Meinungen und Erklärungsarten über die Entſtehung des Feuers zur Folge haben.

Nach Scheele *) erfolgt die Verbrennung der verbrennlichen Körper ſo: das Phlogiſton des verbrennlichen Körpers wird in eine ſolche Bewegung verſetzt, daß es die in der Atmoſphäre befindliche reinere Luft (Scheele'ns Feuerluft) anzieht, und ſich mit ſelbiger zu einem Stoffe vereinigt, welchen man Hitze nennt. Verbindet ſich dieſe Hitze mit noch mehrerem Phlogiſton, ſo entſteht dadurch eine umherſtrahlende Hitze, und endlich auch Licht. Alle dieſe erzeugten Stoffe ſind auch vermögend, durch die Körper zu gehen und zu entweichen. Auf ſolche Art werden alſo nach und nach alle brennbaren Theile des Körpers mit Feuerluft zu Hitze verbunden und zerſtreuet. Der Rückſtand der atmoſphäriſchen Luft, worin die Verbrennung geſchehen iſt, iſt zum Theil phlogiſtiſirte Luft, zum Theil aber Luftſäure. Erſtere war als Beſtandtheil in der atmoſphäriſchen Luft, letztere hingegen wird aus den verbrennlichen Subſtanzen, beſonders des Pflanzenreichs, als Beſtandtheil derſelben, eben ſo entbunden, wie bey der Verbrennung des Phosphors und Schwefels die Phosphor- und Schwefelſäure entbunden wird. Wenn man aber auch wirklich ein Phlogiſton, einen Brennſtoff, in den verbrennlichen Körpern annimmt, ſo laſſen ſich doch verſchiedene nicht ungegründete Einwürfe gegen Scheele'ns Theorie machen. Vors erſte iſt nicht einzuſehen, wie das Phlogiſton und die Feuerluft, die für ſich die Gefäße nicht durchdringen, in ihrer Verbindung eine ſolche Hitze geben ſollen, welche durch alle Körper geht und auf ſolche Art entweicht; und zweytens müßte nothwendig, wenn das Phlogiſton mit der Feuerluft davon ginge, eine Vermінde-

*) Chemiſche Abhandlung über Luft und Feuer. Neue Ausgabe. Leipz. 1782. 8. S. 76.

minderung am Gewichte des Ganzen in eingeſchloſſenen Gefäßen Statt finden, welche aber keines Weges erfolgt; und endlich iſt nicht wahrſcheinlich, daß Licht und Hitze aus einerley Beſtandtheilen zuſammengeſetzt ſeyn ſollten.

Indeſſen hatte Lavoiſier *) das Stahliſche Phlogiſton beſtritten, und es als ein Unding erklärt. Dieſer ſucht vielmehr den Grund der Verbrennung in der reinen Luft, welche aus dem Wärmeſtoffe und einem ſäuremachenden Stoffe (Sauerſtoffe) zuſammengeſetzt iſt. Wenn nähmlich ein hinlänglich erhitzter Körper dieſe Luft berührt, ſo bemächtiget er ſich des ſäuremachenden Stoffs, und erzeugt mit demſelben eine eigene, ſeiner Natur gemäße, Säure, z. B. mit dem Phosphor, Phosphorſäure, mit dem Schwefel, Schwefelſäure, mit der Kohle, Kohlenſäure u. ſ. f. Der dadurch frey gewordene Wärmeſtoff aber verflüchtigt alle durch ihn auflösliche Subſtanzen, und zeigt ſich durch Hitze und Licht, als Flamme.

Nach Crawford's β) Theorie werden das Phlogiſton und das Feuer (abſolute Wärme) als zwey entgegengeſetzte Stoffe betrachtet, welche einander wechſelsweiſe austreiben. Freyes Feuer wirkt auf alle Körper, welche Phlogiſton enthalten, als Auflöſungsmittel. Die reine Luft enthält eine Menge Feuer in ſich, welches entweicht, indem ſie ſich mit dem aus dem brennenden Körper entwickelten Phlogiſton verbindet. Wenn alſo brennbare Körper bis zum Entzünden erhitzt, oder vom freyen Feuer durchdrungen ſind, und ein freyer Zugang der reſpirablen Luft verſtattet iſt, ſo entbindet ſich ihr Phlogiſton, und wird von der Luft angezogen, welche dagegen ihr Feuer fahren läßt, und dadurch die Zerſetzung der Körper unterhält. Da überdieß die Körper nicht alle

aus

*) Mémoir. ſur la combuſtion en général in den mémoir. de l'Acad. de Paris 1777. p. 592. Deutſch in Crells neueſten Entdeck. Th. V. S. 188.

β) Experiments and obſervations on animal Heat and the Inflammation of combuſtible bodies. Lond. 1779. 8. A. d. Crawford's Verſuche und Beobachtungen über die thieriſche Wärme und die Entzündung brennbarer Körper, mit W. Morgan's Erinnerungen wider die Theorie des H. C. Leipz. 1781. 8.

aus der Luft ſich entwickelte Wärme aufnehmen können, ſo entſteht aus dem übrigen Reſte der Wärme die heftige Hitze und das Licht, welches beym Verbrennen Statt findet.

In einer neuen Ausgabe ſeines Werks *) hat Herr Crawford viele Zuſätze und Abänderungen ſeiner Verſuche bekannt gemacht, durch welche er jedoch die ihm gemachten Einwürfe nicht allein nicht gehoben, ſondern noch überdieß ſeine neue Theorie andern Einwendungen ausgeſetzt hat.

Er behauptet, daß die Bindung der freyen Wärme in Körper, welche gegen die Wärme eine große Capacität beſitzen, als keine wahre chemiſche Verbindung anzuſehen ſey. Den Satz, daß die Capacitäten der Körper gegen Wärme durch Verbindung mit Plogiſton vermindert, und durch den Verluſt des letztern vermehrt werden, drückt er nun ſo aus:

Die comparativen Quantitäten der Wärme in Körpern, von welchen vorausgeſetzt wird, daß ſie Phlogiſton enthalten, wachſen durch die Veränderungen, welche dieſe Körper beym Verkalken und Verbrennen erleiden.

Da außerdem ſeit der erſten Ausgabe ſeiner Schrift die Waſſererzeugung aus brennbarer und reiner Luft bekannt geworden war, ſo nimmt Herr Crawford nunmehr an, daß Oehl, Wachs, Talg und die meiſten entzündlichen Subſtanzen eine doppelte Art von brennbarer Luft enthalten, wovon die eine Art der leichtern entzündlichen Luft der Metalle, die andere aber der ſchwerern ähnlich ſey, welche man durch trockene Deſtillation aus den Pflanzen gewinnt. Dieſe erſtere erzeuge durch Verbrennung mit Lebensluft Waſſer, die andere hingegen fixe Luft. Auch weichen die Reſultate, ſo wie ſie in der neuern Ausgabe angegeben werden, oft ſehr weit von den vorigen Angaben ab. So wird z. B. in der neuern Ausgabe das Verhältniß der comparativen Wärme des Waſſers und der atmoſphäriſchen Luft, wie 1:1,796 geſetzt, da es in der erſten Ausgabe wie 1:18,673 angegeben war. Solche

 beträcht-

*) Experim. and. obſerv. on animal Heat and the Inflammation of combuſtible bodies, the 2d. edit. Lond. 1788. 8. Ueberſ. durch Veranſtaltung Herrn Crells. Leipz. 1789. 8.

beträchtlich von einander abweichende Verſchiedenheiten können kein günſtiges Urtheil über die gebrauchten Methoden der Unterſuchung erwecken.

Herr **Gren** *) hat **Crawford's** Theorie in dieſer neuen Geſtalt einer nähern Prüfung unterworfen, und derſelben verſchiedene Einwendungen entgegengeſetzt. Zuerſt hält er es für einen bloßen Wortſtreit, wenn die chemiſche Verbindung durch Wärmematerie mit den Körpern beſtritten, und gleichwohl angenommen wird, daß beyde eine ſolche Vereinigung mit einander eingehen, welche die Wärmematerie ihrer eigenthümlichen Wirkungen im freyen Zuſtande beraubt. Dieß wolle eben ſo viel ſagen, als was man ſonſt unter Bindung oder chemiſcher Verbindung verſtehe, und bleibe das nähmliche, wenn es gleich unter dem Nahmen einer größern Capacität, oder mehrerer ſpeciſiſchen Wärme verſteckt werde. Ferner hält Herr **Gren** für unerwieſen, daß Licht und Wärme von einerley Stoff herrühren, und mit Licht begleitete Wärme bloß in einer Anhäufung der Wärmematerie beſtehe. Beſonders tadelt er aber drittens, daß **Crawford** bey ſeinen zur Beſtimmung der comparativen Wärmen angeſtellten Verſuchen oft Körper vermiſcht, welche ſich auflöſen, und durch wechſelſeitige Einwirkung auf einander Kälte oder Wärme erzeugen, wie dieß z. B. bey der Vermiſchung des Waſſers und Mehls geſchieht, welche empfindbare Wärme erzeugt. In dergleichen Fällen werden die Veränderungen der Temperatur nicht allein durch die Vertheilung der mitgetheilten Wärme, ſondern auch durch die neu entbundene Wärme bewirkt, welches fehlerhafte Reſultate veranlaßt.

Außerdem ſind die Capacitäten der Körper nicht durch Vergleichung ihres Volumens, ſondern ihres Gewichts beſtimmt, und bey der Reduktion auf die Räume wird die Menge der in der Luft enthaltenen abſoluten Wärme ungemein gering. Wenn z. B. 1 Pfund reine Luft $4\frac{1}{2}$ Mahl mehr abſolute Wärme hat, ſo hat ein Cubikzoll ſolcher Luft wenigſtens

168

*) Prüfung der neuen Theorie über Feuer, Wärme u. ſ. w. im Journal der Phyſik, B. I. Heft I. S. 3. f. Heft II. S. 189. f.

168 Mahl weniger, als 1 Cubikzoll Waſſer. Die Veränderungen der Temperaturen, aus welchen die comparative Wärme der Luftarten berechnet ſind, betragen nicht über $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ des fahrenh. Grades, mithin ſo wenig daß dabey Irrthümer faſt unvermeidlich ſind. Der Hauptſatz, daß die Capacität der Körper in dem Maße wachſe, wie ſie dephlogiſtiſirt werde, hat zu wenige Beſtätigung durch die Erfahrung. Die Metalle beſitzen zwar eine geringere Capacität, als ihre Kalke; dagegen aber haben Holz und Kohlen nach Herrn C. eigenen Verſuchen mehr Capacität, als die Holzaſche; das Blut der Pulsadern mehr, als das Waſſer, und die brennbare Luft, welche doch das Phlogiſton ſelbſt ſeyn ſoll, mehr als die meiſten andern Körper.

Gegen Crawford's Erklärung der Verbrennung wendet Gren ein, daß den Verſuchen zu Folge nur alsdann fixe Luft beym Verbrennen entſtehe, wenn der ſaure Stoff vorher in den Körpern vorhanden geweſen ſey, wie z. B. bey der Kohle und den organiſchen Körpern, aus welchen man auch durch andere Zerſetzungen fixe Luft erhalten kann. Daß die Erzeugung des Waſſers durchs Verbrennen der brennbaren mit Lebensluft noch nicht erwieſen, und die Verſchiedenheit des Phlogiſtons, wovon die eine Art fixe Luft, die andere Waſſerdämpfe erzeugen ſoll, unwahrſcheinlich ſey; daß bey andern geſchwinden Phlogiſtiſirungen der Luft, z. B. durchs Reſpiriren, durch Salpeterluft u. ſ. f. kein Feuer oder keine mit Licht begleitete Wärme entſtehe, woraus er endlich den Schluß macht, daß die Quelle des Feuers nicht mit Crawford in der reſpirablen Luft, ſondern vielmehr in den entzündlichen Körpern ſelbſt zu ſuchen ſey.

Herr de Lüc *) betrachtet die Wärme bey der Verbrennung als Wirkung des unzerſetzten Feuers, und das Leuchten als Wirkung des zerſetzten. Er nimmt eine doppelte Art der Verbrennung an. Bey der erſtern wird die reine Luft nicht zerſetzt, und die Wärme rührt bloß von dem im

O 5 brenn-

*) Neue Ideen über die Meteorologie, a. d. Franz. Th. I. §. 180. u. f.

brennbaren Körper enthaltenen Feuer her. Hier verbindet ſich vielmehr mit der reinen Luft eine Subſtanz, welche ſonſt als Beſtandtheil der brennbaren Luft zu betrachten iſt, und Phlogiſton heißt, woher fixe Luft entſteht. Auf dieſe Art geſchieht das Verbrennen der Kohle. Eine andere Art der Verbrennung aber entſteht, wenn ſo viel Wärme vorhanden iſt, daß das aus dem brennbaren Körper Entbundene in Geſtalt der brennbaren Luft bis zum 650ſten fahrenheitiſchen oder 275ſten Grade der de Lüc'ſchen Skale erhitzt, die reine Luft erreicht. Hier entzünden und zerſetzen ſich beyde Luftarten bey ihrer Berührung. Daher kommt die Flamme, deren Hitze von der Menge des plötzlich befreyten Feuers, und ihr Licht von der Zerſetzung eines Theils deſſelben herrührt, und die beyden Luftarten verwandeln ſich in Waſſer, welches durch die Wirkung des freyen Feuers dampfförmig iſt. So brennen der Phosphor, der Docht der Argandiſchen Lampe u. dergl. mit weit größerer Hitze, welche nicht aus dem verbrennlichen Körper allein, ſondern zugleich aus der Luft herkommt. Die gemeinen Flammenfeuer halten das Mittel zwiſchen beyden Arten, und jede Verbrennung iſt deſto vollkommener, je mehr ſie ſich der zweyten Art nähert.

Herr Gren machte ſich damahliger Zeit von dem Verbrennen der Körper folgende Vorſtellung. Er betrachtete das Phlogiſton, welches mit allen verbrennlichen Körpern chemiſch vereinigt ſey, als wirklich gebundenes Feuer (Licht- und Wärmeſtoff). Wird nun ein entzündlicher Körper, d. i. ein ſolcher, welcher gebundenes Feuer enthält, hinlänglich erhitzt, ſo wird der Zuſammenhang des Phlogiſtons mit den übrigen Beſtandtheilen des Körpers geſchwächt, und es erfolgt eine Auflöſung deſſelben in der reſpirabeln Luft. Da dieſe mit Zerſetzung begleitet iſt, ſo zeigen ſich beyde Beſtandtheile des Phlogiſtons, Licht und Wärme. Durch die reine Luft werden ſie zum Theil wieder zum Phlogiſton gebunden, wodurch die Luft ſelbſt phlogiſtiſirt wird. Wenn das Phlogiſton in einem Körper ſo wenig gebunden iſt, daß es ſchon durch die Luft auch ohne Erhitzung frey gemacht werden kann, ſo geht es unzerſetzt, d. i. ohne

ohne Feuer zu bilden, in die atmoſphäriſche Luft über, und bindet ſie, wie beym Athmen der Thiere, der Phlogiſtiſirung durch Salpetergas, dem Verwittern der Schwefelleber, dem Roſten der Metalle an der Luft u. ſ. f.

Nur kommen noch bey der Verbrennung der verbrennlichen Körper zwey merkwürdige Umſtände vor, welche ſich nach den meiſten der angeführten Theorien mit nicht geringen Schwierigkeiten erklären laſſen; nähmlich 1) die Luft, worin ein Körper brennt, nimmt am Umfange und am abſoluten Gewichte ab, und zwar um deſto mehr, je reiner ſie iſt, oder, welches einerley iſt, je länger das Verbrennen darin unterhalten werden kann, und 2) das abſolute Gewicht des verbrannten Körpers nimmt, wenn er beym Verbrennen nur ſonſt nichts Flüchtiges, keinen Rauch oder Dampf entwickelt, im Rückſtande gerade ſo viel zu, als die Luft, darin er verbrennt, abnimmt. Dieſe beyden durch ausgemachte Erfahrungen beſtätigten Umſtände zeigen unläugbar, daß bey der Verbrennung der Körper ein ponderabler Theil der Luft an ſelbige treten müſſe, welcher beym verbrannten Körper die Gewichtszunahme und bey der Luft die gleiche Gewichtsabnahme beſtimmt. Bloß nach des Herrn **Lavoiſier's** Syſtem, oder nach dem ſo genannten antiphlogiſtiſchen Syſteme laſſen ſich dieſe Erſcheinungen auf eine befriedigende Art erklären. Denn nach den phlogiſtiſchen Syſtemen verliert der verbrennliche Körper etwas (Phlogiſton), welches die Luft gewinnt, und dieſelbe dadurch phlogiſtiſirt. M. ſ. **Brennſtoff, Verkalkung.** Inzwiſchen wurde das antiphlogiſtiſche Syſtem von den meiſten Chemikern, außer Frankreich, oft mit Heftigkeit beſtritten, nur einige wenige in Deutſchland und England ſuchten es weiter zu verbreiten. Die erſtern bemüheten ſich die erwähnten Schwierigkeiten auf mancherley Weiſe aus dem Wege zu räumen; einige legten dem Phlogiſton eine negative Schwere bey, d. h. ein Vermögen, das Gewicht der Körper zu vermindern, andere nahmen eine Vertauſchung der Stoffe an, bey welcher zwar der entzündete Körper das imponderable Phlogiſton verliere, dafür

dafür aber einen Theil der reinen Luſt einſauge, und daher am Gewicht zunehme; dagegen der zurückbleibende phlogiſtiſirte Theil der Luſt am Umfange, und weil das hinzugekommene Phlogiſton imponderabel ſey, auch am Gewichte abnehmen müſſe.

Bey dieſen Erklärungen ließ man aber doch das aus dem verbrennlichen Körper entwichene Phlogiſton alle Mahl an die Luft treten, und mit dieſer phlogiſtiſirte Luft (Stickgas) bilden, woraus folgte, daß bey jeder Verbrennung phlogiſtiſirte Luſt entſtehen müßte. War es nun aber möglich, eine ſolche Verbrennung zu bewirken, wo gar kein Rückſtand der Luſt zurückblieb, ſo konnte die phlogiſtiſche Lehre, nach welcher dabey jederzeit phlogiſtiſirte Luſt übrig bleiben muß, nicht länger mehr beſtehen. Die Antiphlogiſtiker hatten zwar das totale Verſchwinden des Luſtvolumens bey dem Akt des Verbrennens in ganz reiner Lebensluſt längſt behauptet; allein ſie konnten es doch nie gänzlich bewirken. Bey den Verſuchen des Herrn Lavoiſier blieb alle Mahl etwas Luſt übrig, wiewohl es nach allen Kennzeichen nicht Stickgas, ſondern noch völlig reine Luſt war.

Im Jahre 1793 gelang es endlich Herrn Göttling *), das gänzliche Verſchwinden des Luſtvolumens beym Verbrennen des Phosphors in reiner aus dem rothen Queckſilberkalk bereiteten Lebensluſt wahrzunehmen, welcher Verſuch nachher von ihm zu mehreren Mahlen, imgleichen von Herrn Trommsdorf in Erfurt u. and. mit gleichem Erfolge wiederhohlet worden iſt. Dieſer Verſuch entſchied nun auf ein Mahl den ſo geraume Zeit gedauerten Streit zwiſchen dem antiphlogiſtiſchen und phlogiſtiſchen Syſteme.

Herr Göttling gebrauchte hierzu anfänglich kleine Glaskolben, und erhitzte die Stelle des Bodens, wo der Phosphor lag, mit einer Lichtflamme. Da aber die Gläſer mehrentheils zerſprangen, ſo ließ er ſich nachher einen Kolben, wie (fig. 17.) a, von Meſſingblech zuſammenſetzen, welcher durch eine mit einem Hebel verſehene Schraube b verſchloſſen werden

*) Beytrag zur Berichtigung der antiphlogiſtiſchen Chemie. Weimar, 1794. 8. S. 8. f.

werden konnte, und um deſſen Bauch ein blechernes Kühlgefäß c angebracht war. Den Kolben füllte er in der pneumatiſchen Wanne mit reiner Luft an, welche aus völlig gereinigtem Salpeter mit lebhaften Feuer in einer beſchlagenen gläſernen Retorte entwickelt, und mit Kalkwaſſer abgewaſchen war. Hierauf brachte er unter dem Waſſer ein ſo großes Stück Phosphor hinein, daß das Luftvolumen gewiß dadurch verzehrt werden konnte, und noch ein Antheil davon übrig bleiben mußte. Nunmehr füllte er das angebrachte Kühlgefäß mit Waſſer an, trocknete den Boden des Kolbens gut ab, und erhitzte ihn durch eine Lichtflamme. Die Entzündung des Phosphors geſchah ſogleich mit Heftigkeit. Nach Beendigung derſelben brachte er den Kolben wieder in die pneumatiſche Wanne, und als dieſer ſich ſo weit abgekühlt hatte, daß der noch etwa übrig gebliebene Phosphor hart geworden war, öffnete er den Kolben unterm Waſſer, wo es mit Heftigkeit hineinſtrömte. Vor dieſem Verſuche war in einem beſondern Glaſe genau angemerkt, wie viel Waſſer in den Kolben ging. Er konnte aber bey mehreren Verſuchen mit dieſer Luftart kein gänzliches Verſchwinden des Luftvolumens zu Stande bringen, indeſſen war die zurückgebliebene Luftmenge wenigſtens nicht ſo beträchtlich, als ſie hätte ſeyn müſſen, wenn das im Phosphor befindliche Phlogiſton ſich mit der reinen Luft zu phlogiſtiſirter Luft verbunden hätte.

Auf gleiche Art entwickelte Herr Göttling die Lebensluft aus ganz reinem Braunſtein, und wuſch ſie mit Kalkwaſſer ab. Mit dieſer Luft füllte er ſeinen Apparat, brachte den Phosphor hinein, und entzündete ihn wie beym erſten Verſuche. Beym Oeffnen des Kolbens ſtrömte das Waſſer wieder mit Gewalt hinein, und die übriggebliebene Luftmenge war auffallend geringer, als bey den Verſuchen mit dem aus dem gereinigten Salpeter entwickelten dephlogiſtiſirten Gas.

Hierauf bereitete er aus reiner Salpeterſäure und reinem Queckſilber den rothen Queckſilberkalk, entwickelte daraus in der beſchlagenen gläſernen Retorte die reine Lebensluft, und

wuſch

wuſch ſie mit Kalkwaſſer ab. Mit dieſer füllte er wieder den Apparat, und entzündete Phosphor darin. Die Entzündung geſchah, wie bey den vorigen Verſuchen, und hier ward der Kolben, nachdem er ihn unterm Waſſer geöffnet hatte, gänzlich damit angefüllt. Dieſen Verſuch wiederhohlte er mehrere Mahl unter gleichen Umſtänden, und der Erfolg war immer der nähmliche.

Endlich füllte er nochmahls den Kolben mit Lebensluft aus dem Queckſilberkalk, that zwey Loth von dem Roſiſchen leichtflüſſigen Metallgemiſche, aus Wismuth, Zinn und Bley hinein, und erhielt dasſelbe zwey Stunden über der lebhaften Flamme einer Argandiſchen Lampe, wobey es öfters geſchüttelt, und das Schraubenleder von Zeit zu Zeit mittelſt eines Pinſels mit Waſſer angefeuchtet wurde. Nach dieſer Zeit wurde der Kolben unterm Waſſer geöffnet, und das Waſſer ſtrömte ebenfalls mit Heftigkeit hinein. Der Kolben war aber nur ungefähr ⅔ mit Waſſer angefüllt. Da bey dieſem Verſuche die übriggebliebene Luft nicht war unterſucht worden, ſo wiederhohlte Herr Göttling denſelben unter ähnlichen Umſtänden, fand aber, daß die zurückgebliebene Luft noch ſehr reine Lebensluft war, und ward dadurch überzeugt, daß bey längerer Fortſetzung des Verſuchs auch dieſe würde verzehrt worden ſeyn. Dieſe Verſuche weiter zu treiben hielt er nicht für nöthig, da zu eben der Zeit auch Herr Prof. Hildebrandt [α]) das faſt gänzliche Verſchwinden der Lebensluft ebenfalls durch das Entzünden einer Stahlfeder bewirkt hatte.

Auch Herrn Gren [β]), welcher dieſe Verſuche wiederhohlte, und noch ein eifriger Vertheidiger der phlogiſtiſchen Theorie war, gelang es einmahl, das gänzliche Verſchwinden der Lebensluft durchs Verbrennen des Phosphors wahrzunehmen, und dieß bewog ihn, öffentlich zu erklären, daß er das bisherige phlogiſtiſche Syſtem verlaſſe. Ob es mir gleich,

α) Von Crells chemiſche Annalen 1793. St. 8. S. 99.
β) Schreiben an Weſtrumb in von Crells chemiſchen Annalen 1793. St. 10. S. 342. Antwort an Herrn von Mons in Brüſſel vom 12. Dec. 1793. im Journal der Phyſik. B. VIII. S. 15.

gleich, ſagt er, nur ein Mahl gelungen iſt, eine ſolche Luft darzuſtellen, die beym Verbrennen des Phosphors darin ganz und gar zerſetzt wurde, ſo iſt mir doch dieſes hinreichend zur Ueberzeugung, daß wenn ſich in dieſen und ähnlichen Prozeſſen ein Rückſtand von Stickgas findet, dieſes darin vorher präexiſtirt habe, und alſo meine vormahlige Meinung von der Erzeugung des Stickgas falſch ſeyn müſſe.

Indeſſen ſind doch die Herren Gren und Göttling in einigen Stücken von dem franzöſiſchen Syſtem abgegangen, wozu ihnen die Erſcheinungen des Lichts Veranlaſſung gegeben haben. Nach dem franzöſiſchen Syſtem entſteht bey der Verbrennung Licht und Wärme bloß aus der Luft; alle jene beyden ſetzen die Quelle des Lichts nicht allein in die Lebensluft ſondern auch in die verbrennlichen Körper. Das franzöſiſche Syſtem läßt freylich noch viele Lücken in Anſehung der Erſcheinungen des Lichts zurück, welche man durch Annahme eines Brennſtoffs oder Lichtſtoffs hat ausfüllen wollen; deſſen ungeachtet aber iſt dabey noch viel Verborgenes, woran vorzüglich die gänzliche Unwiſſenheit von dem Weſen des Lichts und der Wärme Schuld iſt.

Im Jahr 1794. machte ſich Herr Gren noch folgende Vorſtellung von der Verbrennung der verbrennlichen Körper. Sein voriges Phlogiſton, das er in gebundenem Feuer (Licht- und Wärmeſtoff) beſtehen ließ, hatte er dahin abgeändert, daß er nunmehr unter dem Brennſtoff, welcher in den verbrennlichen Körpern einen Beſtandtheil derſelben ausmacht, die Baſis des Lichts verſteht, welche mit dem freyen Wärmeſtoffe (dem fortleitenden Fluidum) das Licht ſelbſt bildet. Ueberdieß hielt er ſich damahls noch nicht überzeugt, daß in der Baſis der Lebensluft der Grund der Säurebildung des in Lebensluft verbrannten Körpers liege, weil ſo viel verbrannte Körper keine Spur einer ſauren Beſchaffenheit äußerten. Demnach nimmt er die verbrennlichen Körper, welche nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme als einfach gehalten werden, wieder als zuſammengeſetzte Körper an; ſo beſteht z. B. der Phosphor aus phosphorſaurer Grundlage und Brenn-

Brennſtoff u. ſ. f. Wird alſo nun z. B. der Phosphor in der Lebensluft einer Wärme von 32° Reaum. ausgeſetzt, ſo verbindet ſich durch eine doppelte Wahlverwandtſchaft die Baſis der Lebensluft mit der Phosphorſäure, während der Brennſtoff des Phosphors mit dem Wärmeſtoffe der Lebensluft zum Licht zuſammentritt, und damit Feuer bildet, das als ſolches ausſtrahlt. Der Wärmeſtoff allein kann das Brennbare des Phosphors nicht entbinden; es muß die Anziehung der Baſis der Lebensluft gegen die ſaure Grundlage, welche den Brennſtoff bindet, hinzukommen, und hieraus erklärt ſich die Nothwendigkeit des Zutritts der reſpirabeln Luft. Je reiner dieſe Luft iſt, oder je geringer das Verhältniß der Stickluft darin iſt, deſto freyer kann der verbrennliche Körper die Baſis der Lebensluft darin anziehen; deſto größer iſt in jedem Augenblicke die Entwicklung des Brennſtoffs und der Zerſetzung der Luft, folglich deſto größer die Intenſität des Verbrennens. Die Baſis der Lebensluft bleibt im Rückſtande des verbrannten Körpers, ihr Wärmeſtoff entweicht mit dem Brennſtoffe des Körpers als Licht und freye Wärme. Sie nimmt alſo am Gewicht und Umfange ab; was von ihr übrig bleibt, iſt immer noch reine Luft, welche zur Verbrennung nicht nöthig war, und unzerſetzt blieb; wenn Stickgas dabey iſt, ſo iſt dasſelbe ſchon vorher in der Luft befindlich geweſen. Der Rückſtand des verbrannten Körpers nimmt am Gewicht zu, und dieſe Zunahme correſpondirt der Abnahme des Gewichts der Luft, weil die entwichenen Stoffe, Wärmeſtoff und Brennſtoff, imponderabel ſind.

In der dritten Ausgabe ſeines Grundriſſes der Naturlehre vom Jahre 1797. behält er zwar im Ganzen dieſe Erklärung vom Verbrennen bey, nimmt aber nun, wie die Antiphlogiſtiker, die Baſis der Lebensluft oder den ſo genannten Sauerſtoff als den Grund der Säurebildung des in Lebensluft verbrannten Körpers an, jedoch mit der Einſchränkung, daß man den Sauerſtoff nicht als einen ſolchen Stoff zu betrachten habe, welcher an ſich ſauer iſt, ſondern weil er

er mit der ſäurefähigen Grundlage, wie z. B. mit dem Phosphor, erſt Säure erzeuge.

Auch Herr Göttling nimmt den Sauerſtoff mit Feuerſtoff gebunden in der Lebensluft an, verwirft aber den Stickſtoff, und ſetzt dagegen die verbrennlichen Körper aus eigenen Grundlagen und Lichtſtoff zuſammen. So beſteht z. B der Phosphor aus Phosphorſtoff und Lichtſtoff, der Schwefel aus Schwefelſtoff und Lichtſtoff u. ſ. f. Die Stickſtoffluft beſteht nach ihm, weil der Phosphor darin leuchtet, und in Phosphorſäure verwandelt wird, aus Sauerſtoff und Lichtſtoff. Nach ſeiner Theorie geſchieht alſo das Verbrennen der Körper ebenfalls durch doppelte Wahlverwandtſchaft: der Sauerſtoff verbindet ſich nähmlich mit dem Phosphor zur Phosphorſäure, der Feuerſtoff der Luft aber mit dem Lichtſtoff des Phosphors zu leuchtender Hitze oder Feuer. M. ſ. Gas, phlogiſtiſirtes, Gas, dephlogiſtiſirtes.

Noch einige andere neuere Erklärungen des Verbrennens, welche mehr dem phlogiſtiſchen Syſteme angemeſſen ſind, ſind kürzlich folgende. Das Verhalten der dephlogiſtiſirten und phlogiſtiſirten Luft beym Verbrennen des Schwefels, Phosphors, der Kohle und der brennbaren Luft nach Herrn de Lüc zeigt Herr Lampadius *). So beſteht z. B. der Schwefel aus Vitriolſäure, Phlogiſton, und etwas durch das Phlogiſton gebundenem Feuer. Die dephlogiſtiſirte Luft iſt zuſammengeſetzt aus Feuer, Waſſer, und einem noch unbekannten Bindungsmittel, welches der Vereinigung von beyden die Gasgeſtalt gibt. Würde nun durch fremdes Feuer, Reiben und dergl. das Phlogiſton des Schwefels in Bewegung geſetzt, ſo wird daſſelbe von der dephlogiſtiſirten Luft angezogen, es verläßt den Schwefel, und das Feuer wird ſo wohl im Letztern als in der Luft plötzlich und in großer Menge entbunden, ſo daß es ſich durch den Druck zerſtört, und ſein fluidum deferens, das Licht, entweicht. Ein Theil Waſſer

*) Darſtellung der vorzüglichſten Theorien des Feuers. Göttingen, 1793. 8. S. 124–133.

Waſſer wird von der im Schwefel gelegenen Vitriolſäure angezogen, ein anderer Theil bildet mit Feuer und der durch das Phlogiſton verflüchtigten Vitriolſäure ſchwefelſaure Luft. Eine beſtimmte Menge Feuer bleibt mit der Vitriolſäure verbunden, und macht einen Beſtandtheil derſelben aus. Wenn alſo der Schwefel entzündet wird, ſo iſt der Erfolg 1) Entſtehung einer Menge freyen Feuers, welches ſo lange fortdauert, als noch Phlogiſton aus dem Schwefel entweichen kann, oder noch dephlogiſtiſirte Luft vorhanden iſt. 2) Verſchwinden der dephlogiſtiſirten Luft. 3) Zurückbleiben einer Menge ſchwefelſaurer Luft. 4) Abſcheidung der Vitriolſäure aus dem Schwefel mit Waſſer verbunden, von welchem letztern die Gewichtszunahme herrührt.

Hiernach bleibt alſo das Phlogiſton in der ſchwefelſauren Luft, welche bey der Verbrennung des Schwefels entſteht. Bey andern Verbrennungen, z. B. der des Phosphors, ſoll es Stickgas bilden, indem ſich das Bindungsmittel der dephlogiſtiſirten Luft mit dem Phlogiſton und Waſſerdämpfe vereinigt. Ueberhaupt ſoll jeder Zeit Stickgas entſtehen, wenn der brennende Körper bey ſeiner Zerſetzung keine andere Subſtanz, als Phlogiſton, von ſich gibt. Allein dieſe Erklärung iſt durch das gänzliche Verſchwinden der Lebensluft völlig widerlegt.

Eine andere ebenfalls auf das phlogiſtiſche Syſtem ſich gründende Theorie trägt der Herr Hofrath Voigt vor. M. ſ. den Artikel, Brennſtoff. Der verbrennliche Körper enthält nähmlich den männlichen, und die Luft den weiblichen Brennſtoff. Die dephlogiſtiſirte Luft, oder nach Herrn Voigt's Benennung das weibliche Brenngas, iſt nichts anders, als eine chemiſche Verbindung vom Waſſer und weiblichen Brenngas. Durch die Entzündung entſteht eine wirkſame Paarung beyder Stoffe, welche Erſchütterung des Lichtſtoffs und Trennung der übrigen Theile des männlichen Brennſtoffs von der Subſtanz des Körpers zur Folge hat. Die Paarung beyder Stoffe verbreitet ſich immer weiter, und es wird zugleich alles Waſſer niedergeſchlagen, welches

den

den weiblichen Brennſtoff in der Luft gebunden hielt. Geſchieht nun die Verbrennung unter einer geſperrten Glocke, ſo muß das Volumen ſowohl, als das abſolute Gewicht der in derſelben befindlichen Luft dadurch vermindert werden. Das niedergeſchlagene oder ausgeſchiedene Waſſer muß nähmlich im tropfbaren Zuſtande einen weit geringern Raum einnehmen, als da es in Gasgeſtalt vorhanden war, und es zieht ſich überdieß in den meiſten Fällen in das Rückbleibſel des verbrennenden Körpers als eine Art vom weſentlichen, oder Kryſtalliſationswaſſer, und verkörpert ſich damit ſo, daß man es gar nicht mehr darin erkennen kann, aber es vermehrt das abſolute Gewicht jenes Körpers gerade um ſo viel, als ſein eigenes beträgt; auch pflegt ſich ein Theil davon mit den beym Verbrennen flüchtig werdenden Theilen, zu einem neuen Gas zu verbinden, und dadurch abermahls unſichtbar zu werden. Fehlt es an weiblichem Brennſtoff in der Luft, ſo hört das Brennen auf, und auch ein anderer ſchon brennender Körper, der in einen ſolchen Raum gebracht wird, kann ſein Verbrennen keinen Augenblick fortſetzen.

Die Paare von gegen einander ſchlagenden männlichen und weiblichen Brennſtoff bleiben in dieſem Zuſtande im Raume der Glocke, und machen die darin befindliche einfache Luft warm; denn das Leuchten kann nicht lange fortdauern, weil die Heftigkeit des Gegeneinanderſchlagens bald ſo ſehr nachläßt, daß der Lichtſtoff nicht mehr in Wirkſamkeit geſetzt werden kann. Bey einiger Anhäufung dringt auch der gepaarte Brennſtoff durch die Wände des Glaſes, ſchwebt in der freyen Luft herum, bis er ruhig, oder jeder ſeiner Theile von neuen wieder gebunden wird.

Ein ſolcher Zuſtand der einfachen Luft, wo ſie bloß mit ſolchem gepaarten Brennſtoff angefüllt iſt, das weibliche Brenngas hingegen ihr gänzlich fehlt, macht ſie zu einer ſolchen die man ſonſt phlogiſtiſche oder phlogiſtiſirte nennt, welcher aber Herr **Voigt** lieber den Nahmen der **Brennſtoffluft** geben will.

Wenn man in dieſer Theorie von der Bilderſprache, welche darin herrſcht, abſtrahirt, ſo findet ſich in ſelbiger großen Theils das alte phlogiſtiſche Syſtem wieder. Der männliche Brennſtoff iſt nichts weiter, als das Stahliſche Phlogiſton, welches bey ſeinem Uebergange in die mit weiblichem Brenngas vermiſchte Luft das nähmliche bewirkt, was man ſonſt Phlogiſtiſiren nannte. Wo kommen aber beyde Brennſtoffe hin, wenn der Phosphor das reine weibliche Brenngas, in welchem er verbrennt, völlig aufzehrt? Hier iſt keine einfache Luft vorhanden, welche den gepaarten Brennſtoff in ſich nehmen kann; auch beym Verſuche ſelbſt findet man keine Spur von entſtandener Brennſtoffluft. Es muß daher der Brennſtoff durch die Wände des Gefäßes gegangen ſeyn, und auf ſolche Art ſcheint dieſe Theorie mit der von Scheele übereinzukommen. Wärmeſtoff gibt es nach dieſer Theorie gar nicht, indem Herr Voigt Wärme und Licht bloß aus Vibrationen erklärt; dagegen muß man einen eigenen Lichtſtoff annehmen, welcher gleichſam die Grundlage aller Gasarten iſt, und mit der elementariſchen Luft übereinkömmt.

Aus dem bisher Angeführten erhellet alſo zur Genüge, daß kein Verbrennen anders Statt finden kann, als wenn reine Luft zugegen iſt. Indeſſen geben die Herren Deiman, Paets van Trooſtwyck, Nieuwland und Bondt zu Amſterdam verſchiedene gegen das Ende des Jahres 1793. gemachte Verſuche an, woraus zu erhellen ſcheint, daß das Verbrennen auch ohne Daſeyn von reiner Luft Statt finden könne. Sie behaupten nähmlich, den Schwefel in Verbindung mit verſchiedenen Metallen im leeren Raume, im entzündbaren Gas, im kohlenſauren Gas und ſelbſt unter Queckſilber und Waſſer entzündet zu haben. Herr Kaſteleyn meldete dieſe Verſuche dem Herrn van Mons zu Brüſſel am 6ten Dec. 1793 [α]), von welchen nachher ausführlichere Nachrichten ſind gegeben worden [β]).

Es

α) Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 19.

β) Recherches phyſico-chemiques par MM. *Deiman*, *Trooſtwyck*, *Bondt*, *Nieuwland* et *Lawrenbrugh*, mem. III. à Amſt. 1794. 4. und

Es wird ein Gemenge aus einem Theile Schwefel und drey Theilen Kupferfeile (dieß Verhältniß hat man als das beſte befunden, ob es gleich auch in andern Verhältniſſen gelingt) gemacht, ein Antheil davon in eine mäßig weite gekrümmte Glasröhre etwa bis zu einem halben Zoll hoch geſchüttet. Hierauf bringt man die Röhre über ein Kohlenfeuer, wo die Materie zuerſt in Fluß kömmt, und hernach ins Glühen. Dieſer Erfolg findet ohne Unterſchied Statt, die Röhre mag luftleer, oder mit den erwähnten Luftarten oder Flüſſigkeiten gefüllt ſeyn. Um den Verſuch unter Waſſer oder Queckſilber zu machen, iſt nöthig, die Materie vorher ſchmelzen und wieder erkalten und feſt werden zu laſſen, ehe man jene Flüſſigkeiten darüber gießt; denn ohne dieſe Vorſicht würde ſie davon durchdrungen werden. Darauf bringt man die Röhre über das Feuer, und die Erſcheinung erfolgt wie vorher. Will man dieſen Verſuch mit andern Metallen anſtellen, ſo iſt in Anſehung des Zinks zu bemerken, daß bey ihm die Wirkung größer iſt, und eine Exploſion entſteht.

Herr van Mons meldet mit dem 3ten Apr. 1794. *), es ſey von der chemiſchen Societät zu Amſterdam bemerkt worden, daß die Selbſtentzündung eines Gemenges von Schwefel, Eiſen und Waſſer, auch mit andern Metallen, und insbeſondere mit Kupfer Statt finde, und daß hierzu ebenfalls die Berührung mit Lebensluft gar nicht nothwendig ſey.

Herr Pfaff und Herr Lentin haben jenen Verſuch mit einer Miſchung von 15 Gran Schwefel und 40 Gran Kupfer wiederhohlt, wobey anfänglich die Maſſe durchs Schmelzen des Schwefels zuſammenſinterte, dann aber nach einiger Zeit ſich aufblähete, und unter Entwickelung einiger Dämpfe in ein ſehr lebhaftes Glühen, welches das ganze Glas mit einer Helligkeit erfüllte, aber ohne Flamme, gerieth. Die-

 ſer

und in Crells chem. Annalen 1793. St. XI. S. 383. St. XII. S. 532. u. f.

*) Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 284. f.

ſer Umſtand ſcheint alſo zu beweiſen, daß die Erſcheinung keine eigentliche mit Zerſetzung begleitete Entzündung oder Verbrennung, ſondern ein bloßes Glühen ſey. Dieß iſt auch die Meinung des Herrn Pfaff, welcher die ganze Erſcheinung aus der geringen Leitungsfähigkeit der glühenden Körper, und der ſie umgebenden Mittel erklärt, woraus eine Anhäufung und durch dieſe eine Zerſetzung der Wärme erfolge. Darüber führt er aus einem Briefe des Herrn Lichtenberg folgende Stelle an: dieſe ganze Sache beweiſet bloß, daß jene geſchmolzene Körper ſchlechte Leiter ſind. Denn daß bloß leuchtende Gluth ohne Brand, oder Zerſetzung ohne allen Beytritt aus Oxygen-Gas oder Oxygen Statt findet, davon gibt das unter Waſſer glühende Glas ein herrliches Beyſpiel ab. Ich habe ſonſt große Stücken desſelben auf Glashütten unterm Waſſer glühen ſehen, man kann ſie da ohne Gefahr angreifen, ſie fühlen ſich bloß warm an, und die zunächſt am Waſſer anliegende Rinde iſt auch bloß warm, inwendig aber glüht es u. ſ. w.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie Th. I. Halle, 1794. 8. §. 256. u. f. Deſſen Grundriß der Naturlehre. 1797. 8. §. 928. u. f. Kurze Darſtellung der vorzüglichſten Theorien des Feuers, deſſen Wirkungen und verſchiedenen Verbindungen von Lampadius. Götting. 1793. 8. S. 124–133. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. VIII. St. 4. S. 122. u. f. Verſuch einer neuen Theorie des Feuers, der Verbrennung, der künſtlichen Luftarten u. ſ. f. aus Analogien hergeleitet und durch Verſuche beſtätigt von J. H. Voigt. Jena, 1793. 8. Gren's Journal der Phyſik B. I. S. 3. S. 187. B. VIII. S. 18. S. 280. f. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie Berlin, 1795. 8. Cap. VI. S. 61.

Verdampfung ſ. Dämpfe.

Verdichtung (condenſatio, condenſation). Hierunter verſteht man überhaupt die Vergrößerung der Dichtigkeit der Körper, oder die nähere Verbindung der materiellen Theile derſelben, wodurch ihr voriges Volumen vermindert wird.

Die

Die Verdichtung der Körper kann durch mancherley Urſachen bewirkt werden. So laſſen ſich Materien durch äußern Druck in einen engern Raum zuſammenbringen, mithin verdichten; dieſe Verdichtung heißt ins beſondere Compreſſion oder Zuſammendrückung. Alle dieſe Körper laſſen ſich auf dieſe Art verdichten; ſie erfordern aber nach Verſchiedenheit derſelben auch verſchiedene äußere zuſammendrückende Kräfte. M. ſ. Compreſſibilität. Unter dem Artikel, Compreſſionsmaſchine, ſind einige Vorrichtungen zur Zuſammendrückung der Luft und anderer elaſtiſcher Flüſſigkeiten beſchrieben worden.

Eine andere Urſache der Verdichtung iſt die Kälte, oder der Mangel der freyen Wärme, welche alle Körper in einen engern Raum zuſammenbringt. M. ſ. Kälte, Thermometer. Es gibt zwar einige flüſſige Körper, welche in einen größern Raum ausgedehnt werden, wenn ſie aus dem flüſſigen Zuſtande in den feſten übergehen, allein dieß Ereigniß iſt keine Folge der Kälte, ſondern entſteht vielmehr aus andern bey der Froſtkälte ſich ereignenden Umſtänden. M. ſ. Eis, Gefrierung. Man muß die Kälte als Nachlaſſung einer auf die Körper wirkenden ausdehnenden Kraft, welche die Wärme ausübt, betrachten, ſo daß ſich alſo aus Mangel dieſer ausdehnenden Kraft die Körper von ſelbſt in einen engern Raum zuſammenziehen, und ſich dadurch verdichten.

Eine dritte Urſache der Verdichtung der Körper muß in den Körpern ſelbſt geſucht werden, wenn beſonders zwey verſchiedene Materien chemiſch auf einander wirken. So lehrt die Erfahrung, daß verſchiedene mit einander zuſammengeſchmolzene oder auch chemiſch auf einander wirkenden Materien in ihrer Zuſammenſetzung einen kleinern Raum einnehmen, als die Summe der Räume der auf einander wirkenden Materien, ſo daß alſo dieſe eine wirkliche Verdichtung erlitten haben.

Ganz eigentlich aber führt den Nahmen der Verdichtung oder Condenſation der Uebergang dampfförmiger Subſtanzen in tropfbare oder feſte Geſtalt. So laſſen ſich z. B. Waſ-

ſerdämpfe durch Druck oder Kälte wie zu tropfbarem Waſſer verdichten, und bey Deſtillationen verdichten ſich die durch Wärme aufgetriebenen Dämpfe in der kühlern Vorlage wieder zu tropfbaren Flüſſigkeiten.

Verdickung, Eindickung (inſpiſſatio, inſpiſſation) heißt diejenige Operation, da ein aus dünnflüſſigen und zähen Theilen zuſammengeſetzter flüſſiger Körper ſo lange abgedampft wird, bis die dünnflüſſigen Theile verflüchtiget ſind, und die zurückgebliebenen eine zähe Conſiſtenz erhalten haben. So werden verſchiedene Pflanzenſäfte zu einer zähen Materie eingedickt u. ſ. f. Die Wärme löſet nähmlich die dünnflüſſigen Theile in Dampf auf, in welcher Form ſie von den zähen Theilen entweichen.

Verdünnung (rarefactio, rarefaction). Hierunter begreift man die Verbreitung der materiellen Theile der Körper in einen größern Raum, als ſie vorher einnahmen. M. ſ. **Ausdehnung, Ausbreitung.** Die Verdünnung der Körper läßt ſich ebenfalls durch mancherley Urſachen, wie die Verdichtung derſelben bewirken. So dehnt die Wärme alle Körper in einen größern Raum aus. Die elaſtiſchen Flüſſigkeiten oder die Gasarten und Dämpfe, welche vom Drucke der Atmoſphäre in einen engern Raum zuſammengebracht ſind, dehnen ſich von ſelbſt vermöge ihrer Elaſticität nach Wegnahme dieſes Drucks in in einen größern Raum aus, oder verdünnen ſich. Hierauf gründen ſich verſchiedene Einrichtungen von hydrauliſchen Maſchinen und die der Luſtpumpe.

Auch bey der Vermiſchung verſchiedener ungleichartigen Materien, welche chemiſch in einander wirken, entſtehen oft Zuſammenſetzungen, welche einen größern Raum einnehmen als die Summe der Räume der in die Vermiſchung gekommenen Materien, welche folglich ebenfalls eine Verdünnung erlitten haben. Der Grund hiervon muß nothwendig in den Kräften der in einander wirkenden Materien ſelbſt geſucht werden.

In

In einer ganz andern Bedeutung heiße **Verdünnen** eine dickflüſſigere oder wirkſamere Materie durch eine dünnflüſſigere oder unwirkſamere ſo zu vermiſchen, daß ſie dünnflüſſiger oder in ihrer Wirkung verändert wird. So werden z. B. concentrirte Säuren, Weingeiſt u. dergl. durch Waſſer verdünnt.

Verfinſterung ſ. Finſterniſſe.

Verglaſung (vitrificatio, vitrification). Hierunter verſteht man in der Chemie eine Schmelzung harter, feſter Körper, welche nach dem Erkalten Glas liefern, d. h. einen durchſichtigen, im Feuer ſchmelzbaren, und auf dem Bruche dichten und glänzenden Körper. M. ſ. Glas. Die Verglaſung kann vollkommen und unvollkommen geſchehen; bey der vollkommenen Verglaſung werden alle Theile ſo geſchmolzen, daß ſie nach der Erkaltung durchaus gleichförmige und ganz durchſichtige Gläſer geben; bey der unvollkommenen Verglaſung hingegen bleiben viele Theile ungeſchmolzen, und die daher entſtandenen Produkte ſind mehr oder weniger durchſichtig, ſelbſt oft nur auf dem Bruche glaſig und glänzend, und heißen im Hüttenweſen **Schlacken** (ſcoriae).

Mehrere ſalzige, erdige und metalliſche Subſtanzen ſind einer Verglaſung fähig. Die Erden an und für ſich ſind zwar deſto unſchmelzbarer, je größer ihre Reinigkeit iſt; in ihrer Vermiſchung aber dienen ſie einander ſelbſt zu Schmelzungsmitteln. Thonerde, Kalkerde und Kieſelerde, welche für ſich allein nicht in Fluß kommen, geben in einer gehörigen verhältnißmäßigen Miſchung mit einander in ſtarker Hitze ein vollkommenes Glas. Die Kalke der unedlen Metalle geben mehrentheils ſchon für ſich im Feuer glasartige Materien; beſonders ſind die Bleykalke zur Verglaſung geſchickt; dieſe liefern ſchon für ſich allein bey mäßigen Graden der Hitze ein Bleyglas, welches ſo ſchmelzbar, dünnflüſſig und wirkſam iſt, daß es alle Schmelztiegel durchdringt. M. ſ. Bley. Durch Vermiſchung metalliſcher Kalke mit Erden erhält man ſehr dichte und ſchwere Glasarten, welche nicht ſpröde ſind,

welche plötzliche Abwechſelung der Hitze und Kälte beſſer aushalten, und ſich glatter anfühlen.

Sehr viele Salze, welche den hinreichenden Grad der Feuerbeſtändigkeit beſitzen, beſonders die feuerbeſtändigen reinen Alkalien, haben beym Schmelzen auf die Kieſelerde eine große Einwirkung. Man gebraucht daher zur Bereitung des gemeinen Glaſes eine Miſchung von Sand und Aſche, oder feuerbeſtändigen Alkalien. M. ſ. Glas.

Vergrößerung (amplificatio, amplification) heißt die Wirkung optiſcher Werkzeuge, beſonders der Fernröhre und Mikroſkope, durch welche Gegenſtände, die dem bloßen Auge unter einem kleinen Sehewinkel erſcheinen, demſelben unter einem viel größern Sehewinkel dargeſtellt werden. Die Größe dieſer Wirkung wird durch das Verhältniß der beyden Sehewinkel ausgedruckt, deſſen Exponent alsdann die **Vergrößerungszahl** heißt.

In Anſehung der Größe des Sehewinkels, unter welchem Gegenſtände dem bloßen Augen erſcheinen, kommt es bloß auf die Entfernung an, aus welcher man ſie betrachtet. Will man daher die Sehewinkel fürs bloße Auge als unveränderliche Größe betrachten, und mit dem Sehewinkel durch Gläſer vergleichen, ſo muß man eine beſtimmte Stelle, wo ſich das Auge befinden ſoll, feſtſetzen. Eine jede Angabe der Vergrößerung eines optiſchen Werkzeugs ſetzt eine ſolche beſtimmte Stelle des bloßen Auges voraus, woraus daſſelbe den Gegenſtand betrachten müßte, wenn er unter dem natürlichen unvergrößerten Sehewinkel erſcheinen ſollte.

Bey den Fernröhren, durch welche ſehr weit entlegene Gegenſtände betrachtet werden, nimmt man den unvergrößerten Sehewinkel ſo an, wie er ſich darſtellen würde, wenn das bloße Auge an der Stelle des letzten Glaſes (des Objektivglaſes) ſich befände. Denn wenn die Entfernung des Gegenſtandes in Vergleichung mit der Länge des Fernrohrs unendlich groß iſt, ſo wird er ſich dem bloßen Auge unter einerley Sehewinkel darſtellen, es mag denſelben aus dem erſten oder aus dem letzten Ende des Fernrohrs betrachten.

Setzt

Setzt man alſo den unvergrößerten Sehewinkel $= \alpha$, und den, unter welchem das Auge den Gegenſtand durch das holländiſche Fernrohr oder durchs Sternrohr betrachtet, $= \beta$, ſo iſt die Vergrößerungszahl $= \frac{\beta}{\alpha}$ (bey kleinen Sehewinkeln $= \frac{\text{tang. } \beta}{\text{tang } \alpha}$). Hieraus ergibt ſich nun die Vergrößerungszahl dieſer Werkzeuge; ſie iſt nähmlich dem Quotienten aus der Brennweite des Objektivglaſes durch die Brennweite des Augenglaſes dividirt gleich. Das nähmliche gilt auch beym Erdfernrohre, wenn die drey Augengläſer einerley Brennweite beſitzen. Doch ſchränkt ſich dieſe Regel auf die gewöhnliche Stellung der Fernröhre für entfernte Objekte und weitſichtige Augen ein; für nahe Gegenſtände, wo das Fernrohr mehr aus einander gezogen wird, oder auch für kurzſichtige Augen, da es verkürzt werden muß, wird im erſtern Falle die Vergrößerung ſtärker, im letztern aber geringer. M. ſ. Fernrohr.

Bey den Spiegelteleſkopen nimmt man den vergrößerten Winkel ſo an, wie ihn das unbewaffnete Auge aus der Stelle des Objektivſpiegels ſehen würde. Wie ſich das Verhältniß der beyden Sehewinkel bey den Spiegelteleſkopen finden laſſe, iſt unter dem Artikel, Spiegelteleſkope (Th. IV. S. 748.) gezeigt worden.

Bey den Mikroſkopen muß der unvergrößerte Sehewinkel anders beſtimmt werden. Es liegt nähmlich hier das Objekt dem Vorderglaſe ſo nahe, daß es unnatürlich ſeyn würde, ſich ein Auge zu denken, welches daſſelbe eben ſo nahe betrachtete. Ein ſolches Auge würde es zwar unter einem ſehr großen Winkel, aber undeutlich, ſehen. Man nimmt daher die Vorausſetzung an, daß das Auge von dem Objekte ſo weit entfernt iſt, als es daſſelbe deutlich ſehen kann, und gedenkt ſich an dieſer Stelle den unvergrößerten Sehewinkel, unter welchem das Objekt vom bloßen Auge betrachtet wird. Auf ſolche Art findet man alſo die Vergrößerungszahl beym einfachen Mikroſkope, wenn man die Weite des deutlichen

Sehens

Sehens durch die Brennweite der Linſe dividirt. M. ſ. Mikroſkop. Ebendaſelbſt wird auch gezeigt, wie man die Vergrößerungszahl bey zuſammengeſetzten Mikroſkopen finde.

Weil die Sehewinkel zwiſchen ihren Schenkeln bloß Längenabmeſſungen der Objekte begreifen, ſo beſtimmen die berechneten Zahlen bloß Vergrößerungen der Linien oder Durchmeſſer. Flächen werden im Verhältniſſe der Quadrate dieſer Zahlen vergrößert, z. B. die Mondfläche 100 Mahl, wenn das Teleſkop den Durchmeſſer 10 Mahl größer darſtellt. Vergrößerungen des körperlichen Raums anzugeben, iſt unmöglich, weil man bloß Linien und Oberflächen im körperlichen Raume ſehen kann.

Wie die Vergrößerungen der optiſchen Werkzeuge durch Proben beſtimmt werden, wozu ein beſonderes Werkzeug eingerichtet iſt, findet man unter dem Artikel, Auzometer.

Vergrößerungsglas ſ. Mikroſkop.

Verkalkung, Calcination, das Calciniren (calcinatio, calcination). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man überhaupt eine jede Operation, wodurch mittelſt hinlänglicher Wärme ſo viel Theile eines feſten Körpers fortgetrieben werden, daß die übrigen in zerreiblicher Geſtalt, oder als ein Pulver zurückbleiben. Die Alchymiſten heißen dergleichen Operationen das philoſophiſche Pülvern; jetzt aber belegt man ſie lieber mit dem Nahmen des Brennens oder Röſtens (vſtio, vſtatio).

In einer engern Bedeutung gebraucht man das Wort Verkalkung bloß bey den Metallen, und verſteht darunter ſolche Operationen, bey welchen die Metalle ihre reguliniſche Form verlieren, und in Metallkalke (nach den Antiphlogiſtikern metalliſche Halbſäuren) verwandelt werden. Die verſchiedenen Vorſtellungen, welche man ſich von jeher von der Verkalkung der Metalle gemacht hat, ſind bereits unter dem Artikel, Kalke, metalliſche, angeführt worden, womit zugleich der Artikel, Metalle verbunden werden kann.

Ver-

Verpuffen, Verpuffung (detonatio, detonation) heißt in der Chemie die mit einem Geräuſch begleitete Entzündung, welche erfolgt, wenn ſalpeterſaure Salze in der Glühehitze mit brennbaren Subſtanzen in Berührung kommen.

Der gemeine Salpeter, welcher für ſich allein in der Hitze ruhig fließt, bringt ſogleich eine Entzündung mit einem Geräuſch zu Wege, wenn man ihn mit einem brennenden Körper in Berührung bringt, oder einen verbrennlichen Körper auf ihn trägt, wenn er glühend im Fluſſe iſt; dabey wird der Salpeter ſelbſt zerſetzt, und es bleibt nur das Alkali desſelben übrig. Dieſe Eigenſchaft beſitzen alle ſalpeterſaure Neutral- und Mittelſalze, doch die Neutralſalze mehr als die Mittelſalze.

Man bedient ſich des Verpuffens als eines geſchwinden Mittels zu manchen Bereitungen. Wenn man Salpeter mit Kohlenſtaube ſo lange verpufft, bis ſich keine Entzündung mehr zeigt, ſo behält man bloß das Gewächsalkali des Salpeters übrig, welches uneigentlicher Weiſe den Nahmen des **fixen** oder **kaliſchen Salpeters** (nitrum fixum), und wegen der aus den Kohlen entwickelten Kohlenſäure nicht ganz ätzend iſt. An der Luft zerfloſſen heißt es **Glaubers Alkahöſt** (liquor nitri fixi). Wenn ferner Salpeter mit Weinſtein verpufft wird, ſo gewinnt man dadurch die ſo genannten Flüſſe. M. ſ. **Fluß**. Salpeter mit Schwefel verpufft liefert einen vitrioliſirten Weinſtein, welcher nach dem Kryſtalliſiren **Glaſers Polychreſtſalz** (ſal polychreſtum Glaſeri) genannt wird.

Stahl erklärte die Verpuffung aus dem im Salpeter befindlichen Brennbaren, welche Theorie **Macquer** noch weiter ausgeführt hat, indem er annahm, die Salpeterſäure erzeuge mit dem Phlogiſton einen ſo genannten **Salpeterſchwefel**, welcher ſich bey ſeiner Entſtehung im Glühefeuer ſogleich entzünde und abbrenne. Nachdem aber **Prieſtley** die verſchiedenen Gasarten entdeckt hatte, war man faſt allgemein der Meinung, daß das Verpuffen in der reinen Luft zu ſuchen ſey, in welcher alle brennbare Körper ſehr ſchnell

und

und heftig mit Glanz und Kniſtern verbrennen. Dagegen aber erinnert Herr Gren, welcher damahls noch Phlogiſtiker war, daß man hierbey die Urſache nicht einſehe, warum die brennbaren Körper nur in der unmittelbaren Berührung mit dem glühenden Salpeter, und nicht eben ſowohl nahe über demſelben verpuffen, und worin andere Stoffe, welche eben ſo viel reine Luft geben, z. B. Braunſtein, nicht auch verpuffen. Er behauptete vielmehr, daß auch die Salpeterſäure am Verpuffen Antheil nehme, indem ſie das Phlogiſton anziehe, und damit ein verbrennliches Gemiſch bilde, das man Schwefelſalpeter nennen könne.

Man glaubte, daß die Salpeterſäure hierbey in Salpeterluſt verwandelt werde. Allein Herr Achard *) hat bey der Verpuffung des Salpeters mit Kohlen in verſchloſſenen Gefäßen durch genaue Unterſuchung keine Salpeterluft, ſondern bloß phlogiſtiſirte und fixe gefunden.

Das antiphlogiſtiſche Syſtem hat von dieſer merkwürdigen Erſcheinung den beſten Aufſchluß gegeben. Es iſt durch Verſuche ausgemacht, daß hierbey die Salpeterſäure zerlegt werde. Wenn man nähmlich einen Flintenlauf, deſſen Zündloch genau und ſtark genug verwahrt iſt, mit einem Gemenge von 1 Theile Kohlenſtaub und 3 Theilen Salpeter etwa bis zum 6ten Theil anfüllt, ſein Ende unter den pneumatiſchen Apparat bringt, und ihn an der Stelle, wo ſich das Gemiſch befindet, glühend macht, ſo entſteht eine Verpuffung mit einer heftigen Entwickelung von Gas. Dieſes Gas iſt kohlenſaures Gas und Stickgas; das zum Sperren gebrauchte Waſſer enthält nichts von Salpeterſäure, und der Rückſtand iſt kohlenſaures Alkali mit mehr oder weniger unverbrannter Kohle. Die Salpeterſäure wird alſo ganz und gar zerſetzt, und die anſehnliche Menge des Stickgas beſtätigt die Behauptung der Antiphlogiſtiker, daß die Baſis des Stickgas die Grundlage oder das Radikal der Salpeterſäure ausmache.

Sonſt iſt es wohl außer Zweifel, daß das Verpuffen des Salpeters mit verbrennlichen Körpern ein wahres und hefti-

*) Crells chem. Annalen, Jahr 1784. B. II. S. 482. u. f.

heftiges Verbrennen in der aus demſelben beym Glühen entwickelnden Lebensluft ſey. Die verbrennlichen Körper erfahren bey ihrer Zerſtörung durchs Verpuffen mit Salpeter auch dieſelben Veränderungen, als bey dem Verbrennen mit Lebensluft, und die Heftigkeit des Verbrennens, und die Intenſität der Hitze und des Lichts kömmt ganz damit überein. Auch erhellet daraus, warum die Verpuffung auch beym Ausſchluß der Luft Statt hat.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme nimmt man alſo beym Verpuffen des Salpeters mit Kohle an, daß ſich in der Glühehitze aus dem Salpeter Lebensluft entwickele, die das lebhafte Verbrennen der Kohle verurſacht. In der dabey Statt findenden Temperatur aber bemächtigt ſich die Kohle alles Sauerſtoffs der Salpeterſäure des Salpeters, und geht durch die Aufnahme von Wärmeſtoff als kohlenſaures Gas fort. Die Salpeterſäure wird ſolcher Geſtalt zerſetzt; ihr Radikal oder der Stickſtoff wird frey, welcher auch in Gasform oder als Stickgas entweicht. So wird alſo Salpeterſäure, und folglich auch der Salpeter gänzlich zerſtört. Die große Menge von Wärmeſtoff, welche aus der Salpeterſäure frey wird, erklärt die ſtarke Erhitzung beym Verpuffen.

In dieſer Erklärung findet doch Herr Gren noch einige Schwierigkeiten. Wenn nähmlich die Lebensluft, welche aus dem Salpeter ſich entwickelt, die Urſache von den Erſcheinungen des Verpuffens iſt, ſo iſt nicht einzuſehen, warum andere Stoffe, welche die Lebensluft eben ſo häufig im Glühefeuer entwickeln: wie z. B. Braunſtein, mit verbrennlichen Dingen bis zum Glühen erhitzt, nicht auch dieſelbe Wirkung äußern. Dann bleibe ferner nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme die Entſtehung des Lichts aus dem verpuffenden Gemiſche beym Ausſchluſſe aller äußern Luft unerklärt. Vergeblich leite man das Licht aus der Lebensluft des Salpeters ab, wie beym Verbrennen in ſchon gebildeter Lebensluft. Dieſe Lebensluft ſey im Salpeter nicht ſchon vorhanden, ſondern nur ihre Baſis, und man könne doch nicht annehmen, daß das erſte Fünkchen Licht, was zur Entzündung eines verpuffenden Gemiſches angewen-

gewendet werde, ſich vervielfältige, und zur Hervorbringung aller der Lebensluſt diene, die zum Verbrennen der ganzen Maſſe des entzündlichen Körpers erforderlich ſey. Vielmehr ſind die Erſcheinungen des Lichts bey verpuffenden Gemiſchen ein überzeugender Beweis, daß die Quellen des Lichts beym Verbrennen der Körper nicht in der Lebensluſt, ſondern in den verbrennlichen Körpern ſelbſt zu ſuchen ſey. Hiernach erklärt nun Herr Gren die Erſcheinung des Verpuffens folgender Maßen:

Wenn der Salpeter mit einem verbrennlichen Körper, z. B. der Kohle, in Berührung kömmt, und irgend ein Theilchen die hinlängliche Erhitzung erhält, ſo zieht die ſalpeterſaure Grundlage den Brennſtoff der Kohle mit vieler Gewalt an ſich, und wird zum Stickſtoff während ſie ihren Sauerſtoff der kohlenſauren Baſis überläßt, die damit die Kohlenſäure bildet. Da die ſalpeterſaure Grundlage bey weiten nicht allen Brennſtoff aufnehmen kann, welchen die Kohle oder andere verbrennliche Körper durch die Aufnahme des vielen Sauerſtoffs der Salpeterſäure entlaſſen, ſo bleibt ein beträchtlicher Theil überſchüſſig, der mit dem bey der Zerſetzung der Salpeterſäure häufig entwickelten Wärmeſtoff das Feuer und Licht bildet.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. Halle. 1794. 8. §. 732. u. f.

Verſchwörung ſ. Zaubergemählde.

Verſtärkung der Elektricität ſ. Flaſche, geladene.

Verſtärkungsflaſche ſ. Flaſche, geladene.

Verſteinerung (petrificatio, petrification) heißt diejenige Wirkung der Natur, da lockerer Sand, Theile organiſirter Körper u. ſ. f. nach und nach mittelſt des Zutritts der Feuchtigkeit in Stein verwandelt werden. Es iſt hier alſo nicht die Rede von der Entſtehung der Steine überhaupt, ſondern bloß von derjenigen Wirkung, welcher ſich die Natur bedient, erdige Subſtanzen, die vorher in einzelne Theile zertrennt, oder nur im lockern Zuſammenhange waren, mit

Hülfe

Hülfe der Feuchtigkeit nach und nach in zuſammenhängende Steinmaſſen umzubilden.

Es iſt wohl eine unbezweifelte Wahrheit, daß erdige Theile, welche ohne wirklichen Zuſammenhang neben oder über einander liegen, nie eine zuſammenhängende feſte Maſſe bilden werden, ſo lange ſie in einem vollkommen trocknen Zuſtande ſich befinden. So bald aber Flüſſigkeit hinzukommt, verbinden ſich dieſe Theile näher unter einander, machen nach und nach eine zuſammenhängende Maſſe aus, und verwandeln ſich endlich in Stein. Es iſt alſo die Flüſſigkeit das Mittel, wodurch die noch unverbundenen erdigen Theile unter einander zu einem Ganzen verbunden werden. Es ſcheint überhaupt, daß die Natur hierbey chemiſch wirke, und daß die Feuchtigkeit wenigſtens zum Theil gleichſam als Kryſtalliſationswaſſer in den Zuſtand der Feſtigkeit übergeht. Uebrigens iſt leicht zu begreifen, daß, wenn auf eine ſolche Art eine Verſteinerung Statt finden ſoll, Ruhe der ſich zu einem Ganzen zu verbindenden Theilen erfordert werde.

Herr de Lüc traf in Piemont Sandhügel an, welche ſelbſt nicht verſteinert ſind, aber eine Menge verſteinertes Holz und Muſcheln mit Steinkernen enthalten. Ohne Zweifel dringt hier die Feuchtigkeit zum Theil ſehr ſchnell in den Sand ein, und wird zum Theil durch die Wärme in Dampf verwandelt, ſo daß folglich keine Ruhe der eindringenden Feuchtigkeit vorhanden iſt, um die Sandtheile mit der Zeit in Stein zu verwandeln; dagegen wird die Feuchtigkeit, welche den feinſten Sand mit ſich führt, im Innern des Holzes und der Muſchelſchalen aufgehalten und gleichſam zur Ruhe gebracht, wodurch die Theilchen Zeit gewinnen, ſich mit einander innigſt zu verbinden, und dadurch die Verſteinerung zu vollenden.

Auch findet man in lockern Sandhügeln einzelne Sandſteine, welche aus dem Sande der Hügel zuſammengeſetzt ſind. Dieſe Erſcheinung erklärt ſich daraus, daß das eindringende Waſſer an manchen Stellen in ſeinem Laufe aufgehalten werde, und folglich zur Ruhe komme, wodurch die

Wirkung erfolgen kann. Nach und nach können ſich alsdann noch mehrere Theile des Sandes an der einmahl angefangenen Verſteinerung anlegen, und ſo mitten in lockern Sandhügeln Steinmaſſen erzeugen. Gewöhnlich haben ſie eigene Geſtalten, welche von der Feinheit und Gleichförmigkeit des Sandes abhängen. In einem Hügel zu Piemont waren ſolche Sandſteine rund, wie Boßkugeln, an andern Orten findet man ſie mit Ramificationen, oder als große Blöcke, welche auf der Oberfläche gleichſam Basreliefs zeigen.

Herr de Lüc fand in Italien mitten in ſolchen Sandſteinen Conchylien, deren Kerne Agat waren, einige ganz ausgefüllt, andere inwendig nur mit Agatkryſtallen überzogen, ihre Oeffnung aber mit der verſteinerten Materie des Hügels (einem harten grauen Sande) verſtopft. Dieſer ſteinerne Deckel war an einigen übergetreten, wie ein über die Form ausgetretener Metallguß. Dieſe Erzeugung erklärt ſich ſo. Der Hügel iſt mit der Materie des Agats durchdrungen; nachdem nun die Mündung der Conchylien mit dem Sande des Hügels ausgefüllt war, ſo drang die Feuchtigkeit durch dieſen Sanddeckel in die leeren innern Windungen hinein, und führte die feine Materie des Agats mit ſich ein, bis endlich die Mündung ganz verſtopft und verſteinert war. Iſt dieß ſpät erfolgt, ſo iſt die ganze Schale mit Agat gefüllt; iſt es aber früher geſchehen, ſo ſind nur die Wände mit Kryſtallen überzogen. Nach und nach hat ſich nun auch von außen ſteinichte Rinde um die Schale angelegt, und endlich ein Sandſtein erzeugt. Ueberhaupt trifft man in den meiſten einzelnen Sandſteinen einen fremden Körper, welcher die erſte Veranlaſſung zu der Verſteinerung gegeben hat.

Uebrigens können die Materien, welche Körper durchdringen, und dieſe dadurch verſteinern, gar mancherley ſeyn. Es kommt hier bloß darauf an, was für Materien die Feuchtigkeit mit ſich bringt, und dieſe in die Körper abſetzt. So führt die Feuchtigkeit meiſtentheils nur Kalkerde bey ſich, und die daraus entſtandenen Sandſteine und Steinkerne zerfallen

fallen im Scheidewaſſer, und werden dem Sande der Hügel gleich, wo ſie ſich gebildet haben; manchmahl enthält auch die Feuchtigkeit gypsartige Theile, und daraus entſteht in den Muſchelſchalen eine Art von Alabaſter; bisweilen ſind verſchiedene Materien mit einander vermiſcht; dringen dieſe in organiſirte Körper, ſo füllen ſich die weitern Canäle mit den gröbern, und die engern mit den feinen aus. So gibt es verſteinertes Holz mit Agatadern durchzogen. Manchmahl iſt die Materie kieſig, wie man z. B. in England Conchylien findet, welche mit Kies überzogen ſind, und ausſehen, als ob ſie von Bronze wären.

Bey Coalbrookdale in Shropſhire haben die Farrenkräuter und andere Pflanzen die Veranlaſſung zu eiſenhaltigen Concretionen gegeben. Bey Scarborough in Yorkſhire haben Ammonshörner zur erſten Anlage der Verſteinerungen gedient. Aus Grönland kommen Sandſteine, deren Kerne kleine Fiſche ſind, von welchen noch die Skelette darin liegen, nach deren Form ſich auch der äußere Umriß des Steines gebildet hat.

M. ſ J. A. de Lüc phyſikal. und moraliſche Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen. Aus dem Franz. Leipzig, 1781. 8. B. I. Brief XVIII. S. 121. u. f.

Verſuch (experimentum, expérience) heißt die Erfahrung, welche wir an den Körpern unſerer Sinnenwelt machen, indem wir ſie mit Fleiß in ſolche Umſtände verſetzen, in welchen ſie ſich von Natur nicht befinden, um wahrzunehmen, wie ſie ſich darin verhalten. So iſt es ein Verſuch, wenn man einen Körper unter die Glocke einer Luftpumpe bringt, um zu ſehen, was vor Wirkungen er beym Verdünnen oder Verdichten der Luft hervorbringe.

Weil alſo Verſuche Erfahrungen ſind, welche wir an den Körpern durch unſre Sinne wahrnehmen, ſo muß auch dabey alles das gelten, was von den Erfahrungen überhaupt gilt, von welchen ſchon der Artikel, **Erfahrung**, handelt. Es iſt daher nur nöthig, noch etwas weniges anzuführen, was die Verſuche ins beſondre angeht.

Es liegt am Tage, daß die Naturlehre, ſo wie ſie ſich jetzt in ihrem Zuſtande befindet, ihre Vollkommenheit größtentheils den Verſuchen zu verdanken hat. Es iſt auch der Natur der Sache völlig gemäß, daß gerade die Verſuche, wenn ſie mit gehöriger Genauigkeit, ganz unbefangen und mit richtiger Sachkenntniß ſind angeſtellt worden, die Wirkungen der natürlichen Körper unter mancherley Umſtänden zu entdecken gewähren, welches von den Beobachtungen nicht geſagt werden kann. Eben weil es dem Experimentator in ſeiner Willkür ſteht, die Körper in einen Zuſtand zu verſetzen, in welchen es ihm nur möglich iſt, ſo hat er gleichſam die Natur unter ſeiner Herrſchaft, die Körper zu nöthigen, Wirkungen hervorzubringen, welche ſie ſonſt, wenn ſie nicht in dieſen Zuſtand wären verſetzt worden, nie, oder doch wenigſtens nicht jetzt und unter ſeinen Augen würden hervorgebracht haben. So ſind alſo die Verſuche den Beobachtungen vorzuziehen; denn die letztern kann der Beobachter nicht eher anſtellen, als bis die Natur ſelbſt Wirkungen hervorbringt, die er nur zu bemerken im Stande iſt. Die Natur geht ihren ſichern und richtigen Gang fort, und der Beobachter muß die Zeit, den Ort und die Umſtände erſt abwarten, ehe er die Wirkungen der natürlichen Körper beobachten kann; der Experimentator hingegen hat es in ſeiner Gewalt, zu jeder Zeit und unter ihm nur möglichen Umſtänden die Körper zur Hervorbringung der Wirkungen zu zwingen.

Die wichtigen Vorzüge, welche die jetzige Naturlehre vor der alten Phyſik hat, iſt vorzüglich in den Verſuchen zu ſuchen, welche der ehemahligen Phyſik gänzlich mangelten. Jetzt kennt man aber ihre Nothwendigkeit deſto lebhafter, und ſelbſt beym Unterrichte in der Naturlehre müſſen zum wenigſten ſo viele Verſuche angeſtellt werden, daß ſie die vorgetragenen Lehren beſtätigen. M. ſ. Experimentalphyſik.

Dieſerwegen ſind auch dem Phyſiker zur Anſtellung der nöthigen Verſuche verſchiedene Werkzeuge nöthig, welche mit den zur Beobachtung gehörigen Werkzeugen zuſammengenom-

genommen den ſo genannten phyſikaliſchen Apparat oder die Experimentalgeräthſchaft (ſuppellex phyſica, appareil de phyſique experimentale) ausmachen. Die vorzüglichſten dieſer Werkzeuge ſind an den gehörigen Stellen in dieſem Wörterbuche beſchrieben und abgebildet. Ausführlichere Beſchreibungen phyſikaliſcher Inſtrumente nebſt den damit angeſtellten Verſuchen findet man in den meiſten Anleitungen zur Experimentalphyſik, beſonders beym Wolff, Muſſchenbroek, Deſaguliers, s'Graveſande, Nollet, Sturm und Sigaud de la Fond. M. ſ. Experimentalphyſik. Nollet und Sigaud de la Fond haben außerdem eigene Schriften verfertigt, welche von den phyſikaliſchen Werkzeugen und Verſuchen beſonders handeln; erſterer gibt gute Vorſchriften zu Verfertigung der Werkzeuge mit den damit angeſtellten Verſuchen [α]), und letzterer ſtellt die Beſchreibungen einer großen Menge von Werkzeugen und Verſuchen zuſammen [β]).

Die unter dem Artikel, Beobachtung, vorgeſchriebene Regeln ſind größtentheils auf die Anſtellung der Verſuche und der daraus abzuleitenden Folgen anwendbar. Sonſt aber hat der Experimentator noch weit größere Vorſicht, Unparteylichkeit und Sachkenntniß nöthig, als der Beobachter, damit er nicht mehr oder weniger ſehe, als ihn die Verſuche lehren können. Vorzüglich kommt es hierbey auf genaue und ſo einfach als möglich eingerichtete Inſtrumente an; denn mit fehlerhaften Inſtrumenten werden entweder die Verſuche nie vollkommen, oder bringen wohl gar entgegengeſetzte Wirkungen hervor. Es muß daher der Experimentator nicht allein eine genaue Kenntniß von der gehörigen Einrichtung guter Inſtrumente, ſondern auch von ihrer richtigen Anwendung beſitzen, und überhaupt die einfachſten Mittel gebrauchen, um zu ſeinem Zweck zu kommen. Außer-

α) L'art des expériences à Paris, 1770. Tom. I–III. 12. Nollets Kunſt, phyſikal. Verſuche anzuſtellen. Aus dem Franz. Leipz. 1771. Th. I–III. 8.

β) Deſcription et uſage d'un Cabinet de phyſique expérim. à Paris, 1775. Tom. II. 8.

dem muß er aber auch alle Nebenumſtände, welche bey der Anſtellung der Verſuche eintreten, von der Hauptſache genau zu unterſcheiden, und ſie, wo möglich, zu entfernen wiſſen, um das eigentlich zu ſuchende Reſultat in der größtmöglichſten Vollkommenheit zu erhalten. Alles dieß ſetzt aber nicht ganz gemeine Kenntniſſe und Naturfähigkeiten voraus. Regeln, welche vorzüglich bey der Anſtellung der Verſuche zu beobachten ſind, geben unter andern **Muſſchenbroek** *) und **Hamberger** †), wiewohl die natürliche Anlage vor allem andern nöthig iſt, um einen guten Experimentator zu bilden.

Verſuch, Leidner ſ. Flaſche, geladene.

Vertheilung (diſtributio, diſtribution). Mit dieſem Worte bezeichnet man das Phänomen, bey welchem unter den Materien oder Kräften, welche in einem Körper zugegen ſind, das Gleichgewicht ſo geſtört wird, daß zwar ihre Summe ungeändert bleibt, ſie ſelbſt aber auf der einen Seite ſich mehr, oder anders, als auf der andern zeigen. Dieſe Erſcheinung wird der Mittheilung entgegengeſetzt, bey welcher ein wirklicher Uebergang von Etwas aus dem einen Körper in den andern Statt zu finden, mithin die Summe der Materien oder Kräfte nicht mehr die vorige zu bleiben ſcheint. M. ſ. **Mittheilung.**

Merkwürdige Beyſpiele von der Vertheilung kommen bey der Elektricität und dem Magnetismus vor, bey welchen die Geſetze derſelben ſehr viele Aehnlichkeit haben. Was die Vertheilung der Elektricität betrifft, ſo ſcheint ſie in einem Beſtreben nach Mittheilung oder einem wirklichen Uebergange zu beſtehen, welcher nur wegen eines Hinderniſſes oder Widerſtandes nicht erfolgen kann. Auch erfolgt die Mittheilung der Elektricität durch Ausſtrömen, Funken oder Schlag wirklich, wenn dieß Beſtreben ſo groß geworden iſt,

daß

*) Oratio de methodo inſtituendi experimenta phyſica vor ſeiner Ausgabe der tentaminum Acad. del Cimento. Lugd. Batav. 1731. 4.

†) Praef. de cautione in experientiis recte formandis et applicandis adhibenda praemiſſa ed. III. element. phyſ. Ienae, 1741. 8.

daß es den Widerſtand überwinden kann; hierbey wird aber nun das Gleichgewicht wieder hergeſtellt, und die Vertheilung der Elektricität findet nicht mehr Statt. M. ſ. Elektricität. Die Vertheilung des Magnetismus hingegen verſtattet keine Mittheilung oder einen wirklichen Uebergang. Man redet zwar von einer Mittheilung des Magnetismus, aber nur in einem uneigentlichen Verſtande. M. ſ. Magnet.

Vertikal ſ. Lothrecht.

Vertikalkreis ſ. Scheitelkreis.

Vertikallinie ſ. Scheitellinie.

Verwandtſchaft, chemiſche, beſondere Anziehung, Wahlanziehung der Stoffe (affinitas, attractio electiua *Bergmann.*, affinité). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man in der Chemie die durch die Erfahrung beſtätigte Erſcheinung, da ſich die verſchiedenen ungleichartigen Beſtandtheile der Körper in ihrer Berührung ſich innigſt mit einander verbinden (anzuziehen ſcheinen), und durch die Verbindung von zweyen oder mehreren ungleichartigen Theilen die Vereinigung zu einem dritten aufgehoben werden kann, welcher ſich vorher zu einem von jenen geneigter ſand. Man ſetze, daß zu einem aus zweyen ungleichartigen Beſtandtheilen A und B zuſammengeſetzten Körper ein anderer Stoff C geſetzt werde, der ſich gegen A geneigter zeigt, als dieſer gegen den vorher damit verbundenen B, ſo vereinige ſich nun A und C zuſammen, und wenn die Verbindung von dieſen beyden keine Neigung mehr gegen B äußert, ſo wird dieſer abgeſchieden. Man drückt ſich hierüber ſo aus, A habe eine nähere oder ſtärkere Verwandtſchaft zu C als zu B, und zu dieſem folglich eine entferntere, ſchwächere, geringere Verwandtſchaft; und der Körper CA habe zu B gar keine Verwandtſchaft.

Die Urſache von dieſer Wirkung mag ſeyn, welche ſie will, ſo iſt doch ungezweifelt gewiß, daß ſie als Phänomen bey allen chemiſchen Operationen Statt findet. So verſchieden aber auch die chemiſchen Operationen ſind, ſo muß doch dieſe Wirkung von einerley Urſache abgeleitet werden, welche

ſich nur nach der verſchiedenen individuellen Natur der Materien ſtärker und ſchwächer, und nach Verſchiedenheit der Umſtände in gewiſſen Abänderungen zeigt. Dieſerwegen hat man mehrere Arten der Verwandtſchaften unterſchieden. Uebrigens iſt aber wohl zu merken, daß der Ausdruck Verwandtſchaft keines Weges die Urſache dieſer ſo auffallenden Wirkung anzeige, ſondern er iſt ein bloßes bequemes Zeichen, die Wirkung ſelbſt damit anzudeuten.

Man unterſcheidet zuſammenhäufende Verwandtſchaft (affinitas aggregatorum) und miſchende Verwandtſchaft (affinitas mixtionis, ſynthetica). Jene iſt das Beſtreben zur Vereinigung zwiſchen gleichartigen, dieſe zwiſchen ungleichartigen Stoffen, welche ſich dadurch zu einem homogenen Stoff verbinden. Soll ſich zwiſchen zwey ungleichartigen Stoffen eine Verwandtſchaft zeigen, ſo wird erfordert, daß wenigſtens einer von beyden flüſſig iſt. Wenn die Flüſſigkeit des einen oder auch beyder Stoffe ſchon bey der gewöhnlichen Temperatur der Atmoſphäre Statt findet, ſo ſagt man, die Verwandtſchaft zeige ſich auf dem naſſen Wege; wird aber hierzu erſt die Wirkung des Feuers erfordert, ſo zeigt ſich die Verwandtſchaft auf dem trocknen Wege.

Die einfachſte Art iſt die bloß zuſammenſetzende Verwandtſchaft, wo zwey oder mehrere ungleichartige Stoffe ſich zu einem homogenen Ganzen verbinden, ohne daß dabey zugleich eine Trennung eines oder des andern Beſtandtheils erfolgte. Hierher gehören alle ſimple Auflöſungen.

Ferner kann man einen Stoff A, welcher mit einem andern C gar keine Verwandtſchaft hat, doch mit dieſem vermöge eines dritten B in genaue Verbindung bringen, der mit beyden A und C nahe genug verwandt iſt. Henkel machte hierauf zuerſt aufmerkſam. Er nannte es eine Aneignung (appropriatio), und dieſe Art der Verwandtſchaft heißt daher die aneignende Verwandtſchaft (affinitas adiuta, appropriata), der Körper B aber, der die beyden andern

andern A und C mit einander vereinigt, das Zwiſchenmittel, das aneignende Verwandtſchaftsmittel (intermedium, corpus approprians). So ſind Oehle und Schwefel im Waſſer unauflöslich; durch Verbindung mit Laugenſalz aber verwandeln ſie ſich in Seifen und Schwefelleber, und löſen ſich als ſolche im Waſſer auf.

Die Verwandtſchaft der Körper dient auch zur Zerlegung derſelben. Dahin gehört der zuerſt angegebene Fall, wo ein dritter Stoff C ſich mit dem einen A von den zwey verbundenen A und B vereinigt, und den andern B ſich abzuſcheiden nöthigt. Dieß nennt man eine Wahlverwandtſchaft, und zwar eine einfache (affinitas electiua ſimplex), und weil hierbey immer eine Zerſetzung des vorigen Körpers, eine Abſcheidung eines Stoffs, und eine neue Zuſammenſetzung vorangeht, eine zerlegende Verwandtſchaft mit einer einfachen Zuſammenſetzung (affinitas analytica cum ſyntheſi ſimplici). So verbindet ſich z. B. der Eſſig ſehr leicht mit der Kreide, und löſet ſie auf. Bringt man zu einer ſolchen Auflöſung etwas reines Laugenſalz, ſo verbindet ſich ſogleich ein Theil vom Eſſig mit demſelben, und ſcheidet die Kreide ab.

Wenn zwey Körper A und B, deren jeder aus zwey ungleichartigen Stoffen, A aus a und b, B aus c und d zuſammengeſetzt iſt, mit einander in Verbindung kommen, und der Stoff a zu c eine nähere Verwandtſchaft hat, als zu b, und die Verwandtſchaft von c zu a auch ſtärker iſt, als die von c zu d, ſo muß ſich nunmehr a und c zu einem neuen Körper D vereinigen; wenn nun auch b und d nicht ohne Verwandtſchaft zu einander ſind, ſo treten ſie ebenfalls zu einem neuen Körper E zuſammen. Durch die gegenſeitige Vertauſchung ihrer Beſtandtheile werden alſo aus den Körpern A und B zwey neue Körper E und D entſtehen. Dieſe Art der Verwandtſchaft nennt man eine doppelte Wahlverwandtſchaft, oder eine doppelte trennende Verwandtſchaft (attractio duplex, affinitas analytica cum ſyntheſi duplici). Ein Beyſpiel hiervon iſt dieß: Glau-

terſalz (A) beſteht aus Vitriolſäure (a) und Mineralalkali (b); ſalzſaure Kalkerde (B) enthält hingegen die beyden Beſtandtheile Kalkerde (c) und Salzſäure (d); wenn nun A und B mit einander vermiſcht werden, ſo verbindet ſich a mit c, und bildet Gyps (D); hingegen vereinigen ſich auch c und d, und bringen Kochſalz (E) hervor.

In dieſem angeführten Falle verhalten ſich die Stoffe b und d gleichſam nur leidend; aber nicht ſelten hat a und c keine größere Verwandtſchaft, ſondern noch eine geringere, und es würde keine Zerſetzung der beyden Körper A und B, bey ihrer Verbindung unter einander, entſtehen, wenn ſich b und d nicht auch wirkend erweiſen. Man ſetze, daß die Summe der Anziehungen zwiſchen a und c verbunden mit der Anziehung zwiſchen b und d ſtärker iſt, als die Summe der Anziehungen zwiſchen a und b und c und d zuſammen, ſo wird ebenfalls die Vertauſchung der Beſtandtheile der Körper A und B, und folglich eine doppelte trennende Verwandtſchaft Statt finden, ungeachtet a zu c, oder b zu d nicht ſo nahe verwandt iſt, als a zu b oder b zu a; b und d verhalten ſich aber in dieſem Falle nicht mehr leidend. Es kann alſo hierdurch geſchehen, daß zwey einfachere Stoffe die Trennung der Beſtandtheile eines andern Körpers hervorbringen können, die ſie nicht bewirken könnten, wenn ſie einzeln für ſich wirkten, weil ihre einzelnen Verwandtſchaften zu den Beſtandtheilen des andern Körpers geringer ſind, als die Verwandtſchaft dieſer Beſtandtheile des Körpers unter einander iſt. Man kann alſo in dergleichen Fällen nicht ſo unbedingt auf die Grade der Verwandtſchaft ſchließen, wie bey der einfachen Wahlanziehung.

Wenn ein Stoff A ſich geradezu mit einem andern B nicht vereinigt, doch aber, wenn A erſt mit C in Verbindung iſt geſetzt worden, die beyde gegen einander eine chemiſche Verwandtſchaft haben, ſich mit B vereinigt, und zwar eine ſo ſtarke Verwandtſchaft dann dagegen zeigt, daß er C von B wieder abſcheidet, ſo nennt man dieß eine **vorbereitende Verwandtſchaft** (affinitas praeparata). Herr

Gren

Gren erinnert aber hierbey ganz richtig, daß der Stoff A mit Vereinigung durch C erſt eine gewiſſe Veränderung erleide, und einen Beſtandtheil verliere, welcher ihn hindre, mit B eine Vermiſchung einzugehen. Im Grunde ſey es daher eine einfache Wahlverwandtſchaft.

Herr Gren ſetzt hierzu noch einen Fall, auf den man bisher eben nicht Rückſicht genommen habe, wo nähmlich ein Körper A mit zwey andern zuſammen verbundenen Stoffen B und C eine genaue Vereinigung eingeht, unerachtet er mit keinem von beyden allein verwandt iſt. Dieſe Art der complicirten Verwandtſchaft könnte nach Herrn Gren's Vorſchlag die neuerzeugte Verwandtſchaft (affinitas producta) heißen; denn ſie ſey weder eine aneignende noch eine vorbereitende Verwandtſchaft.

Stahl und Henkel legten zuerſt den Grund zu richtigern Begriffen von der Verwandtſchaft der beſondern Stoffe gegen einander. Im Jahre 1718. entwarf Geoffroy α) zuerſt eine Tabelle über die Wirkungen der vorzüglichſten Verbindungen und Zerſetzungen der Stoffe. Nachher hat man ſolchen Tafeln den Nahmen der Verwandtſchaftstafeln gegeben. Man hat aber erſt in den neuern Zeiten angefangen, mehrere Erfahrungen hierüber zu ſammeln, und Stufenleitern oder Tafeln der einfachen Wahlverwandtſchaften zu entwerfen, in welchen man die einfachern Stoffe nach ihrer ſtärkern oder geringern Verwandtſchaft zu einem Stoffe in einer Stuffenfolge ordnet, welches der Kürze wegen auch wohl durch Zeichen in Columnen geſchieht. Nach Geoffroy haben vorzüglich Gellert β), Rüdiger γ), Marherr δ), Erxleben ε) und Weigel ζ) dieſen Gegenſtand zu erweitern und zu verbeſſern geſucht, bis endlich in der

α) Table des différens rapports obſervé en chymie etc. in den mém. de Paris 1718. u. 1720.
β) Anfangsgründe der metallurgiſchen Chymie. Leipz. 1751. 1776. 8.
γ) Syſtemat. Anleit. zur Chymie. Leipz. 1756. 8.
δ) Diſſ. de affinitate corporum. Vindob. 1762. 8. überſ. durch Ernſt Gottf. Baldinger Leipz. 1764. 8.
ε) Anfangsgründe der Chymie §. 42. f.
ζ) Grundriß der Chymie. Th. I. Tab. III–IV. §. 259–281.

der neueſten Epoche der Chemie die Lehre der Verwandtſchaft durch Wenzel [α]), Wiegleb [β]), Bergmann [γ]), Kirwan [δ]), Morveau [ε]) und Gren [ζ]) ungemein bereichert wurde.

Die Stufenleitern der Wahlverwandtſchaften werden entweder ſo geordnet, daß man denjenigen Körper, welcher dem in der Aufſchrift erwähnten am entfernteſten verwandt iſt, zuerſt geſetzt, und hierauf die übrigen, nach ihren Graden der Verwandtſchaft, in herauffteigender Ordnung ſo folgen läßt, daß der ſpäter genannte dem in der Aufſchrift erwähnten Körper immer näher verwandt iſt, als der eher genannte a): oder umgekehrt b). Z. B.

a)	b)
Scheidewaſſer	Scheidewaſſer
20. Waſſer	1. Schwererde
19. Silber	2. feuerbeſtänd. Laugenſalz
18. Queckſilber	3. Kalkerde
17. Arſenik	4. Talkerde
16. Spiesglanz	5. flüchtiges Laugenſalz
15. Wismuth	6. Thonerde
14. Kupfer	7. Zink
13. Zinn	8. Eiſen
12. Bley	9. Braunſtein
11. Nickel	10. Kobald
10. Kobald	11. Nickel
9. Braunſtein	12. Bley
8.	13.

α) Lehre von der Verwandtſchaft der Körper. Dresd. 1777. 8.
β) Reviſion von der Verwandtſchaft der Körper. Erf. 1780. 8.
γ) De attractionibus electiuis inſſein. opuſ. phyſico-chymicis. Vol. III. p. 291. ſq.
δ) Phyſiſch chemiſche Schriften. Aus dem Engl. von Crell. Berlin, 1783 – 1793. 4 Bände.
ε) Des Herrn Guyton Morveau allgemeine theoretiſche und praktiſche Grundſätze der chemiſchen Affinität oder Wahlanziehung. Aus dem Franz. von Dav. Joſ. Veit. Mit Anmerk. von S. F. Hermbſtädt. Berlin, 1794. 8.
ζ) Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. IV. 1796. 8. S. 151. f. Deſſelben Grundriß der Chemie. Th. II. Halle, 1796. S. 337. f.

8. Eiſen	13. Zinn
7. Zink	14. Kupfer
6. Thonerde	15. Wismuth
5. flüchtiges Laugenſalz	16. Spiesglanz
4. Talkerde	17. Arſenik
3. Kalkerde	18. Queckſilber
2. feuerbeſtänd. Laugenſalz	19. Silber
1. Schwererde.	20. Waſſer

Da bey allen Verwandtſchaften eine chemiſche Trennung, oder eine neue chemiſche Zuſammenſetzung, oder auch beydes zugleich, mithin eine Veränderung in der Qualität der Stoffe erfolgt, ſo begreiſt man ſehr leicht, daß es mit Schwierigkeiten verbunden iſt, die Stoffe in Anſehung ihrer Verwandtſchaft, in gehörige Stufenfolge tabellariſch zu ordnen. Dieß erkannte man auch ſehr bald, als man anfing die Lehre von der Verwandtſchaft etwas genauer zu beleuchten. Daher auch der Graf von Büffon α) den Chemikern vorwarf, daß ſie eben ſo viele kleine beſondere Verwandtſchaftsgeſetze annähmen, als es beſondere Fälle bey den Trennungen und Verbindungen der Körper gäbe; und Monnet β) nannte die ganze Lehre von der Verwandtſchaft eine Chimäre, welche der eigentlichen Wiſſenſchaft gar keinen Eintrag thue. Dagegen vertheidigte aber ſchon Macquer dieſe Lehre mit Nachdruck. Noch weit größeres Licht erhielt ſie vorzüglich durch Bergmann's Bemühungen, welcher durch den Unterſchied zwiſchen Verwandtſchaften auf naſſem und trockenem Wege mehrere anſcheinende Widerſprüche ſehr glücklich hob. Er zeigte ganz deutlich, daß die ſcheinbaren Ausnahmen keines Weges als Einwürfe gegen die ganze Lehre der Verwandtſchaften anzuſehen wären, und daß bey den mehrfachen Wahlverwandtſchaften der Schluß gar nicht unbedingt gelte, daß diejenigen Stoffe, welche in eine Verbindung zuſammen treten, näher mit einander verwandt wären, indem dabey eine Trennung ſolcher Stoffe vorgehen könne,

α) Supplement à l'hiſtoire natur. T. I. Paris. 1775.
β) Traité de la diſſolution des métaux. Amſt. et Paris. 1775. 8.

könne, welche unter ſich eine nähere Verwandtſchaft hätten, als diejenigen, die ſich wirklich mit einander verbänden. Wenn z. B. eine Auflöſung von Glauberſalz mit Kalkſalpeter vermiſcht wird, ſo verbindet ſich die Kalkerde des letztern mit der Schwefelſäure des erſtern, und wird als Gyps abgeſchieden. Hieraus würde man aber irrig ſchließen, daß die Schwefelſäure eine größere Verwandtſchaft gegen die Kalkerde, als gegen das Mineralalkali, beſitze. Die Verſuche mit einfachen Wahlanziehungen lehren das Gegentheil; denn die Auflöſung des Glauberſalzes wird durch reine Kalkerde nicht zerlegt, da hingegen die Auflöſung des Gypſes durch Mineralalkali allerdings zerlegt wird. Bey jenem Verſuche ward daher die Schwefelſäure nur dieſerwegen vom Mineralalkali getrennt, weil dieſe beyden Stoffe von zweyen Kräften zugleich angegriffen wurden, nähmlich von der Anziehung der Kalkerde gegen die Schwefelſäure, und von der Anziehung der Salpeterſäure gegen das Mineralalkali.

Um alſo keine anſcheinende Widerſprüche in der Stufenfolge der Verwandtſchaften zu veranlaſſen, ſo ſollten die Verwandtſchaftstafeln ſich nur auf ſolche Verſuche gründen, welche mit einfachen Stoffen wären angeſtellt worden. Allein wie wenig vermag es die Chemie, ſolche mit Gewißheit darzuſtellen? Bey den großen Fortſchritten der Chemie ſeit Bergmann's Zeiten haben ſich wieder die Facta ſo ſehr vervielfältigt, und ſind ſo viele neue Stoffe entdeckt, oder wenigſtens in neuen Verbindungen unterſucht worden, daß auch die damahls aufgeſtellten Claſſificationsarten der einfachen Wahlverwandtſchaften nicht mehr zureichend ſind, die Phänomene darunter zu ordnen, welche man ſonſt darunter ordnete, und daß von neuen dabey Schwierigkeiten und Widerſprüche eintreten. Wenn es aber auch wirklich möglich wäre, die Stoffe ganz rein darzuſtellen, ſo würde doch der Einfluß der Wärme die Reſultate ungemein abändern, je nachdem dieſe Stoffe mehr oder weniger mit dem Wärmeſtoffe verwandt ſind, und nachdem dieſer eine größere oder geringere Fähigkeit beſitzt, jene in expanſible Flüſſigkeiten,

in

in Dämpfe oder Gasarten, zu verwandeln. Denn alle einfache Wahlverwandtſchaften auf trocknem Wege, wobey der eine Stoff in elaſtiſcher Form geſchieden wird, ſind in der That doppelte Wahlverwandtſchaften; hierbey macht der Wärmeſtoff das vierte Glied in der Formel aus. Wenn z. B. Phosphorſäure mit Kochſalz vermiſcht wird, ſo verbindet ſich das Mineralalkali des Kochſalzes mit der Phosphorſäure zum phosphorſauren Mineralalkali, und der Wärmeſtoff mit dem Salzigtſauren tritt als ſalzigtſaures Gas aus; folglich iſt hier keine einfache, ſondern eine doppelte Wahlverwandtſchaft. Uebrigens ändert es auch dabey nichts, der Wärmeſtoff mag entweder erſt von außen hinzukommen, oder ſich aus den Stoffen ſelbſt entwickeln.

Nach Herrn Gren's Meinung iſt auch folgender Satz eine höchſt wichtige Berichtigung in der Verwandtſchaftslehre, daß die für ſich nicht darſtellbaren Stoffe nie durch einfache, ſondern immer durch doppelte Wahlverwandtſchaften von ihren reſpektiven Verbindungen getrennt werden, und daß es folglich keine Stufenfolge der einfachen Wahlverwandtſchaft für dieſe Stoffe gebe. Dieſer Satz, ſagt er, den man freylich anfänglich paradox finden würde, folge deſſen ungeachtet aus der Nichtdarſtellbarkeit dieſer Stoffe ſelbſt; denn ſie würden ja für ſich allein und ohne Verbindung mit andern darſtellbar ſeyn, wenn ſie durch einfache Wahlverwandtſchaften von ihren Verbindungen mit andern geſchieden werden könnten.

So wichtig die Verwandtſchaftslehre für die Chemie iſt, indem alle Scheidungen durch Hülfe der Wahlverwandtſchaften erfolgen, und nie zwey mit einander zu einem homogenen Ganzen verbundene Stoffe getrennt werden können, ohne daß nicht der eine oder der andere eine neue Zuſammenſetzung einginge, ſo folgt doch aus dem bisher Angeführten, daß wir noch viel zu weit zurück ſind, um an allgemeine Verwandtſchaftsgeſetze zu gedenken. Die Ungewißheit, welche noch bey dieſer Lehre obwaltet, hat ihren Grund bloß darin, daß ſich die Wirkungen, welche die Stoffe gegen einander in

Berührung ausüben, nicht nach der Maſſe, ſondern nach innern Eigenſchaften der Materie richten.

Die meiſten Atomiſtiker ſuchen den Grund der Verwandtſchaften der verſchiedenen Stoffe gegen einander in der Form, der Lage, der Dichtigkeit u. ſ. f. der kleinſten Theile derſelben. Vorzüglich hat Herr le Sage ſein Lehrgebäude einer mechaniſchen Chemie darauf gebauet. Allein ich ſehe daraus nicht, wie die Stoffe, die ſich mit einander verbinden, in ihren Qualitäten geändert werden können, da doch offenbar nichts weiter als eine Zuſammenhäufung der kleinſten Theilchen in gewiſſen Lagen erfolgen kann.

Andere ſuchen den Grund der Verwandtſchaften in der Gleichartigkeit oder Aehnlichkeit der Grundſtoffe. Dieſer Behauptung iſt aber die Erfahrung entgegen, daß, wenn ſich zwey Stoffe bis zum Sättigungspunkte mit einander verbunden haben, das hieraus entſtehende Gemiſch, aller Gleichartigkeit ungeachtet, ſich nicht leicht mit einem ſeiner ſeiner Beſtandtheile überſetzen läßt. Ueberdieß wird es auch hieraus ſehr ſchwer begreiflich, wie aus lauter gleichartigen Theilen ſo mancherley Gemiſche entſtehen können.

Nach der dynamiſchen Lehre, nach welcher ſich zuletzt alle Phänomene in Anziehung und Zurückſtoßung auflöſen, liegt der Grund der Verwandtſchaft in der Anziehung und Zurückſtoßung der Stoffe, welche mit einander in Berührung kommen. Da es nun unendlich verſchiedene Grade der Anziehung und Zurückſtoßung geben kann, ſo läßt es ſich auch hiernach einſehen, wie bey verſchiedenen Temperaturen Abänderungen in den Verwandtſchaften erfolgen müſſen. Meiner Meinung nach ſcheint alſo dieſe Lehre auf richtigere und beſtimmtere Geſetze, als die atomiſtiſche, zu führen, nur müſſen die Erfahrungen mehr, als bisher geſchehen, ohne Vorurtheile darnach abgemeſſen zu werden.

M. ſ. Macquer chemiſches Wörterbuch durch Leonhardi. Artikel, Verwandtſchaft, Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. 1. Halle, 1794. 8. §. 41.

§. 41. f. Th. IV. Halle, 1796. S. 143. f. Deſſen Grundriß der Chemie. Th. I. Halle, 1796. 8. §. 45. f.

Verwandtſchaftsmittel, aneignendes ſ. Zwiſchenmittel, Verwandtſchaft.

Verweſung ſ. Fäulniß.

Veſicularſyſtem (ſyſtema veſiculare, ſyſtème veſiculaire). Mit dieſem Ausdrucke bezeichnet man dasjenige Syſtem, nach welchem das Aufſteigen der Dünſte in die Atmoſphäre, und die Erhaltung derſelben in Geſtalt des Nebels und der Wolken, aus der Entſtehung hohler Bläschen erklärt wird. Schon lange hat man behauptet, daß die ſichtbaren Dünſte, oder der Nebel und die Wolken aus ſolchen Bläschen beſtehen, ohne darüber Erfahrungen zu haben. Derham *) ſcheint der erſte geweſen zu ſeyn, welcher gezeigt hat, daß die aufſteigenden Dünſte wirklich aus ſolchen kleinen Bläschen beſtehen. Sein Verfahren, wie man ſie zu ſehen bekommen kann, iſt dieſes: man läßt in ein verfinſtertes Zimmer durch eine ſehr kleine Oeffnung das Sonnenlicht hineinfallen. Unter dieſen Strahl ſetzt man einen kleinen Keſſel mit ſiedendem Waſſer, aus welchem der Dunſt aufſteigt, und durch den Strahl hindurch fährt. Indem auf ſolche Art der Dampf vom Sonnenlichte ſtark erleuchtet wird, betrachtet man ihn vermittelſt eines Vergrößerungsglaſes; hier ſieht man ſehr deutlich die aufſteigenden Bläschen, welche der Größe nach gar ſehr von einander verſchieden ſind. Was aber die unſichtbaren Dünſte betrifft, ſo halten einige dieſelben für eine wahre Auflöſung des Waſſers in Luft, andere aber glauben, daß ſie durch Einwirkung uns noch unbekannter Stoffe, beſonders aber der Wärme, in wahre Luft verwandelt würden, noch andere endlich meinen, ſie blieben wirklich als Bläschen mit den Lufttheilchen adhärirend. Nur alsdenn, wenn die Dünſte ſichtbar werden, nehmen ſie alle an, daß ſie als Bläschen zugegen ſind. Das Weſentlichſte aus dem Veſicu-

*) Phyſico-theology. Lond. 1711. 8. cap. V. n. 2. Deutſch. Hamburg, 1732. 8.

Veſicularſyſtem findet man unter den Artikeln, **Ausdünſtung** und **Dämpfe.**

Vexirbecher ſ. **Heber.**

Vibration ſ. **Schwingung.**

Vibrationsſyſtem (ſyſtema vibrationis, ſyſtème de vibration). Durch dieſen Ausdruck verſteht man überhaupt eine jede Lehre, welche gewiſſe Erſcheinungen aus Schwingungen erklärt, die ſich in einem elaſtiſchen Mittel fortpflanzen. Daß ſich der Schall in der Luft und in andern elaſtiſchen Körpern auf dieſe Art fortpflanzt, iſt völlig ausgemacht. M. ſ. **Schall.**

Auf eine ähnliche Art hat man auch die Entſtehung des Lichts durch Schwingungen oder Schläge einer äußerſt feinen elaſtiſchen Materie herzuleiten geſucht. Man findet dieſen Gedanken ſchon beym **Ariſtoteles**; in den neuern Zeiten iſt er aber beſonders von **Huygens** und vorzüglich von **Euler'n** weiter ausgeführt und ſehr einnehmend auf die neuern Entdeckungen über Licht und Farben angewendet worden. Dieſe Theorie des Lichts iſt beſonders unter dem Nahmen des **Vibrationsſyſtems** bekannt, und wird dem newtoniſchen **Emanations**- oder **Emiſſionsſyſtem** entgegengeſetzt, nach welchem das Licht als wirkliche Ausflüſſe aus dem leuchtenden Körper betrachtet wird. M. ſ. **Emanationsſyſtem.** Von beyden Syſtemen handeln die Artikel, **Licht. Farben.**

Auch haben einige berühmte Naturforſcher die Erſcheinungen des Feuers von Schwingungen herleiten wollen. Allein ſeitdem die Umſtände bey den Verbrennungen, Verkalkungen u. ſ. durch unläugbare Thatſachen näher ſind beſtimmt worden, ſo kann dieſe Meinung gar nicht mehr Statt finden. M. ſ. hiervon den Artikel, **Wärme.**

Vitriol (vitriolum, vitriol). Unter dieſem Nahmen verſteht man im allgemeinſten Verſtande eine Art von Mittelſalzen, welche aus Schwefelſäure und einer metalliſchen Grundlage zuſammengeſetzt ſind. Ins beſondere rechnet man dahin

Digitized by Google

dahin drey Arten ſchwefelſäure-haltiger metalliſcher Salze, nähmlich **Eiſenvitriol, Kupfervitriol** und **Zinkvitriol.**

Eiſenvitriol, grüner Vitriol, grünes Kupferwaſſer, ſchwefelſaures Eiſen (vitriolum Martis, viride, anglicum, ferrum ſulphuricum, ſulphas ferri, vitriol de Mars ou d'Angleterre, vitriol verd, ſulfate de fer) iſt ein ſchön grünes eiſenhaltiges Salz in durchſichtigen rhomboidaliſchen Kryſtallen, von einem ſäuerlich zuſammenziehenden, etwas kauſtiſchen, Geſchmacke. Dieſe Kryſtalle enthalten in ihrem vollkommenſten Zuſtande nach **Bergmann** 0,23 Eiſen, 0,39 Schwefelſäure und 0,38 Kryſtalliſationswaſſer, und erfordern bey mittlerer Temperatur 6 Theile Waſſer zu ihrer Auflöſung, vom ſiedenden Waſſer nur $\frac{3}{4}$ Theile. Dieſes Salz läßt ſich gewinnen, wenn man Eiſen in Schwefelſäure auflöſet, die Auflöſung abdampft und erkalten läßt. Den gemeinen verkäuflichen Eiſenvitriol verfertigt man nicht unmittelbar aus Eiſen und Schwefelſäure, ſondern gewinnt ihn vielmehr mehrentheils aus den Schwefelkieſen, aus welchen er ſich durch ihre Verwitterung an der Luft bildet. Eben ſo gewinnt man ihn auch auf den Schwefelhütten aus den übrig bleibenden Schwefelbränden. Gewöhnlich iſt dieſer gemeine Vitriol kupferhaltig, woher er eine mehr oder weniger ins Blaue fallende Farbe hat. Man reinigt ihn dadurch, daß man Eiſen in die Auflöſung bringt, an welches ſich das Kupfer anſetzt. Die Kryſtalle des Eiſenvitriols ſind an der Luft nicht beſtändig, ſondern zerfallen, beſonders in der Wärme, zu einem weißen Pulver, welches in ſtärkerer Wärme nach und nach gelblich wird. Bringt man den grünen Vitriol in einem irdenen oder eiſernen Gefäß über das Feuer, ſo zergeht er in ſeinem Kryſtalliſationswaſſer, und verwandelt ſich beym Abdampfen desſelben in ein weißgraues, und beym fortgeſetzten Brennen in ein gelbes, und endlich in ein rothes Pulver. Dieſer Vitriol wird vorzüglich in der Färberey und zur Bereitung des ſo genannten Vitriolöhls gebraucht.

Kupfervitriol, blauer Vitriol, cypriſcher Vitriol, blaues Kupferwaſſer, ſchwefelſaures Kupfer

 (vitrio-

(vitriolum Veneris ſ. cupri, cyprium, caeruleum, cuprum vitriolatum, ſulphuricum, ſulphas cupri, vitriol de cuivre, bleu, ſulfate de cuivre) iſt ein kupferhaltiges Salz in länglich rautenförmigen Kryſtallen, von einem ſäuerlich zuſammenziehenden, ätzenden und widrigen Geſchmacke. An der Luft verlieren ſie ſpät ihren Glanz, und werden mit einem weißlichen Pulver beſchlagen. Bey dem 50 Grad der Wärme nach Fahrenh. erfordern ſie 3,870 Theile Waſſer zu ihrer Auflöſung, von ſiedendem Waſſer brauchen ſie weit weniger. Nach **Bergmann** enthalten ſie 0,26 Theile Kupfer, 0,46 Theile Schwefelſäure, und 0,28 Theile Kryſtalliſationswaſſer. Dieſen Vitriol kann man aus der Auflöſung des Kupfers in Schwefelſäure gewinnen. Den meiſten bereitet man aber entweder aus den geröſteten und zerfallenen Kupferkieſen, oder aus dem geröſteten Kupferrohſteine, ſo wie er ſich auch aus dem mit Schwefel gebrannten und geröſteten Kupfer gewinnen läßt. Natürlich findet ſich der Kupfervitriol nur ſelten entweder in feſter Geſtalt, oder aufgelöſet, als **Cementwaſſer**. Im Feuer zergeht der kryſtalliniſche Kupfervitriol wegen des darin enthaltenen Waſſers mit ziemlichen Aufſchwellen; er wird hierauf feſt, und läßt nur bey einem ſehr ſtarken Feuer in Deſtillirgefäßen einen Theil ſeiner Säure fahren.

Zinkvitriol, weißer Vitriol, weißes Kupferwaſſer, Gallitzenſtein, ſchwefelſaurer Zink (vitriolum zinci, album, zincum ſulphuricum, ſulphas zinci, vitriol de zinc, blanc, ſulfate de zinc) iſt ein zinkhaltiges Salz in ſchönen weißen, vierſeitig-ſäulenförmigen Kryſtallen, wovon zwey entgegengeſetzte Seitenflächen breiter, als die andern, ſind, mit vierſeitigen pyramidaliſchen Endſpitzen, von zuſammenziehendem, ſäuerlichem und beißendem Geſchmacke. Dieſer Vitriol enthält nach **Bergmann** 0,20 Zinkkalk, 0,40 Schwefelſäure, und 0,40 Kryſtalliſationswaſſer. Er gebraucht bey dem 50 Grad der Wärme nach Fahrenh. 2,285 Theile Waſſer zu ſeiner Auflöſung, vom ſiedenden Waſſer weniger. An der Luft verwittert

tert er nur wenig. Den weißen Vitriol bereitet man in Goslar im Großen aus einem Rammelsbergiſchen Zinkerze, welches Bley, Silber, viel Schwefel, Eiſen und Kupferkies enthält. Der verkäufliche weiße Vitriol iſt gewöhnlich nicht ganz rein; ſondern enthält Eiſen, Kupfer, und auch wohl etwas Bley. Durchs Kryſtalliſiren läßt er ſich davon nicht reinigen; wohl aber dadurch, daß man ſeine Auflöſung mit reguliniſchem Zink digerirt, wodurch jene Metalle niedergeſchlagen werden. Dieſer Vitriol iſt ſchon lange bereitet worden, ehe man noch ſeine wahre Zuſammenſetzung kannte, welche der jüngere Geoffroy [a]) muthmaßete, aber erſt von Branndt [b]) zuverläſſig entdeckt worden iſt. In der Hitze zergeht er in ſeinem eigenen Kryſtalliſationswaſſer, ſchäumt, ſchwellt dabey ſtark auf, und hinterläßt eine ſtrengflüſſige Maſſe, aus welcher ſich nur bey einem anhaltenden ſtarken Feuer die Säure verjagen läßt. Bey der Deſtillation erhält man daraus anfänglich eine ſchwache ſchweflichte Säure, welche aber gegen das Ende der Deſtillation in der ſtärkſten Hitze im concentrirten Zuſtande gewonnen wird.

M. ſ. Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle, 1795. 8. §. 2977. f. §. 2688 f. §. 3222. f.

Vitrioläther, Vitriolnaphtha. ſ. Aether.

Vitriolgeiſt ſ. Schwefelſäure.

Vitriolöhl ſ. Schwefelſäure.

Vitriolſaure Luft ſ. Gas, vitriolſaures.

Vollmond (plenilunium, pleine lune). Mit dieſem Worte bezeichnet man die Erſcheinung der ganz erleuchteten Mondſcheibe, oft aber auch die Zeit ſelbſt, da er völlig erleuchtet geſehen wird. M. ſ. Mondphaſen.

Wir ſehen den Mond nur alsdann voll, wenn er uns gerade diejenige Hälfte ſeiner Kugel zukehrt, welche er zu gleicher Zeit gegen die Sonne wendet, oder mit dieſer in Oppoſition iſt. In dieſer Stellung geht der Mond auf, wenn

a) Mémoir. de Paris. 1727.

b) Abhandl. von den Halbmetallen, aus den Abhandl. der Geſellſch. der Wiſſenſch. zu Upſala. B. IV. J. 1735. S. 1. überſ. in Crells neuen chem. Archiv. B. II. S. 294.

die Sonne untergeht, und gehe unter, wenn dieſe aufgeht; folglich iſt er die ganze Nacht hindurch ſichtbar. Weil der Mond im Vollmonde von der Sonne ſenkrecht beſchienen wird, ſo werden natürlich diejenigen Erhabenheiten, welche um die Mitte der Mondſcheibe liegen, auf den benachbarten Grund einen ſehr kurzen Schatten werfen können. Daher kommt es, daß man im Vollmonde überhaupt wenig volle Schatten ſieht, und daß die Flecken zu dieſer Zeit ein ganz anderes Anſehen haben, als wenn ſie in den übrigen Mondphaſen nahe an der erleuchteten Gränze betrachtet werden.

Da der Erdſchatten alle Mahl der Sonne gegen über fällt, ſo kann auch dieſer den Mond nicht eher, als wenn er mit der Sonne in Oppoſition oder voll iſt, treffen; mithin wird auch keine Mondfinſterniß entſtehen können, als zur Zeit des Vollmondes.

Der Vollmond fällt übrigens gerade in die Mitte eines jeden Mondwechſels, oder im Durchſchnitt genommen, nach 14 Tagen 18 Stunden 22 Minuten nach dem Augenblicke des Neumondes. Er halbirt die nach einander folgenden Veränderungen des Mondes ſo, daß vor ihm der Mond zunehmend, nach ihm aber abnehmend iſt; daß er vor ihm des Abends ſichtbar iſt, und in der Nacht untergeht, nach ihm aber in der Nacht aufgeht, und bis zu Sonnenaufgang ſichtbar bleibt.

Volumen, Inbegriff, körperlicher Inhalt, Umfang (volumen, volume). Hierunter verſteht man die Größe des Raums, den ein Körper einzunehmen ſcheint. Mit der Vorſtellung des Körperlichen iſt die Vorſtellung des Raums unzertrennlich verbunden, obgleich die Idee vom Raume in der Einbildungskraft zurück bleibt, wenn man ſich auch die Materie aus ſelbigem hinweggedenkt. Dieſen Raum nennt man den geometriſchen Raum, deſſen Gränzen auf die Begriffe von Flächen, Linien und Punkten führen. Man denkt ſich den geometriſchen Körper als eine ſtetige ausgedehnte Größe, oder als eine ſolche, welche allenthalben Theile enthält. Die Geometrie zeigt die Regeln, nach welchen

chen dieſer Raum in bekannten Cubikmaßen gefunden werden könne.

Ob nun gleich der Geometer mit Recht den Raum als eine ſtetige ausgedehnte Größe annimmt, ſo folgt daraus doch nicht, daß auch die Materie ihren Raum mit Stetigkeit erfülle. Die Atomiſtiker behaupten auch wirklich, daß das Erfüllen des Raums bey allen Körpern nur Schein ſey. Denn bey der Vorausſetzung der abſoluten Undurchdringlichkeit der Materie würde die Behauptung des ſtetigen Erfüllens ungereimt ſeyn, indem es vermöge der Erfahrung keinen einzigen Körper gibt, der nicht durch fremde Kräfte zertheilt werden könnte. Daher ſind die Atomiſtiker gezwungen, eine eingeſtreuete leere anzunehmen, wenn auch gleich Körper exiſtiren, bey welchen weder durchs bloße noch auch durchs bewaffnete Auge Zwiſchenräume wahrgenommen werden. Indeſſen kommen alle dieſe Zwiſchenräume bey der Betrachtung des Volumens in gar keine Betrachtung, indem ſelbiges, als geometriſcher Raum, ſo beſtimmt wird, als ob es der Körper ganz erfüllte.

Nach der dynamiſchen Lehre, nach welcher die Materie nicht abſolut undurchdringlich iſt, können die Theile des Körpers eben ſo, wie die Theile des Raums, den Raum, mithin mit Stetigkeit erfüllen. In dieſen Fällen gibt der Inhalt des Volumens zugleich die Menge der Materie, oder die Maſſe, welche im Volumen enthalten iſt, an.

Der phyſiſche Körper hat gewöhnlich diejenige Form nicht, welche erfordert wird, um ſein Volumen nach den Regeln der Elementargeometrie unmittelbar zu berechnen. Inzwiſchen läßt es ſich doch mittelbarer Weiſe durch die Geometrie beſtimmen, indem man nähmlich den Körper in ein ſolches Gefäß, das ſich geometriſch berechnen läßt, bringt, hierüber alsdenn Waſſer, wenn dieſes den Körper nicht auflöſet, oder feines Pulver, als Sand u. dergl. ſchüttet, bis es ganz in ſelbigem eingetaucht iſt. Hiernächſt wird der Inhalt, welchen der Körper mit dem Flüſſigen zuſammen enthält, berechnet, und von dieſem derjenige Inhalt, den das Flüſſige nach der

Herausnahme des Körpers allein einnimt, ſubtrahirt; der Reſt gibt das Volumen des Körpers an. Sonſt iſt es auch in der Experimentalphyſik nicht ungewöhnlich, das Volumen der Körper durch mechaniſche und hydroſtatiſche Methoden zu beſtimmen. Weiß man z. B. daß ein Cubikzoll von einer gewiſſen Materie $2\frac{1}{2}$ Loth wiegt, und daß das Gewicht einer Maſſe von derſelben Materie 24 Loth ausmacht, ſo wird das Volumen der letztern $= \frac{24}{2\frac{1}{2}} = 9\frac{3}{5}$ Cubikzoll enthalten; denn die Volumina gleichartiger Maſſen verhalten ſich, wie ihre Gewichte.

Die Vergleichung des Gewichts mit dem Volumen des Körpers leitet auch auf den Begriff des ſpeciſiſchen Gewichtes. M. ſ. Schwere, ſpecifiſche. Gleich große Würfel von Holz und Eiſen haben einerley Volumen, aber ungleiche Gewichte, indem der eiſerne Würfel mehr, als der hölzerne, wiegt; und daher ſpeciſiſch ſchwerer, als letzterer, iſt. Gewöhnlich nimmt man auch an, daß ſich die Gewichte der Körper, wie ihre Dichtigkeiten verhalten, mithin ließe ſich auch aus der Vergleichung des Volumens mit dem Gewichte der Körper ihre Dichtigkeit beſtimmen. Dieß letztere kann jedoch nicht anders Statt haben, als wenn man die Vorausſetzung annimmt, daß die primitive Materie gleichartig iſt. M. ſ. Dichtigkeit.

Auch pflegt man wohl das Volumen des Körpers ſeinen Umfang zu nennen. Doch bezeichnet dieſer Ausdruck vermöge ſeiner eigentlichſten Bedeutung nicht ſo wohl den körperlichen Inhalt des Raums, als vielmehr die Gränzen, in welche geometriſche Figuren und Körper eingeſchloſſen ſind. So machen die Linien zuſammen genommen, welche eine Figur umſchließen, den Umfang derſelben aus, ſo wie die Flächen, die einen körperlichen Raum einſchließen, ebenfalls den Umfang deſſelben beſtimmen. Es iſt daher dem Sprachgebrauche gemäßer, das Wort Umfang nicht in demjenigen Sinne, da es einen körperlichen Raum ausdrücken ſoll, zu gebrauchen.

Vorder-

Vorderglas, Objektivglas ſ. Fernrohr.

Vorrücken der Nachtgleichen (praeceſſio ſ. anticipatio aequinoctiorum, préceſſion des équinoxes). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man in der Aſtronomie diejenige ſcheinbare, ungemein geringe Bewegung aller Fiſterne, da ſie ſich in Kreiſen mit der Ecliptik parallel um die Pole deſſelben zu drehen ſcheinen. Es ändern alſo die Fiſterne nach und nach ihre Länge, da indeß ihre Breite ungeändert bleibt.

Man ſtelle ſich vor, (fig. 18.) ef ſey die Ecliptik, ab der Aequator, und der Durchſchnittspunkt ♈ der Anfangspunkt der Ecliptik, von welchem die Länge der Sterne zu zählen angefangen wird. Wenn nun vor einer Reihe von Jahren der Stern α, da er ſenkrecht unter ♈ ſtand, die Länge 0 hatte, jetzt aber eine Länge von 24 Graden, ſo kann dieß entweder daher rühren, weil der Stern α von der Zeit an bis jetzt wirklich nach der Ordnung der Zeichen von α bis g mit der Ecliptik parallel um 24 Grade fortgerückt iſt, indem ♈ unverändert in h blieb, oder es kann daher kommen, weil ſich der Punkt ♈ in der Ecliptik ſelbſt 24 Grad gegen die Ordnung der Zeichen von h bis i fortgeſchoben hat, indem der Stern α unbewegt geblieben iſt. Jene Bewegung mußten die Vertheidiger der ptolomäiſchen Weltordnung annehmen; weit richtiger aber findet die andere nach der copernicaniſchen Weltordnung Statt; denn es wird wohl ſchwerlich noch jemand glauben, daß die unzählbaren und von unſerer Erde unermeßlich weiten Fixſterne, bloß in Rückſicht der Erde, als eines Punktes in Vergleichung mit dem unermeßlichen Himmelsraume, eine gemeinſchaftliche Bewegung beſitzen ſollten, da die ganze Erſcheinung ſo leicht und ungezwungen aus dem copernicaniſchen Syſteme folgt. Die Richtung von h nach i iſt zwar der Ordnung der Zeichen entgegen, und die Bewegung des Punktes ♈, ſo wie des gegenüberſtehenden Punktes der Ecliptik oder der beyden Nachtgleichen, eigentlich ein Rückwärtsgehen; man hat ihr aber gleichwohl den Nahmen des Vorrückens der Nachtgleichen

gegeben. Indeſſen ſcheint es aber doch jetzt vorzüglich unter den deutſchen Aſtronomen immer gewöhnlicher zu werden, dieſe Erſcheinung beſtimmter das **Rückwärtsgehen der Nachtgleichen** zu nennen. Um ſich alſo das Fortrücken der Nachtgleichen gehörig vorzuſtellen, muß man ſich die Ecliptik e f unbeweglich gedenken, den Aequator a b aber, welcher die Ecliptik in ♈ und in einem noch gegenüber liegenden Punkte ſchneidet, mit paralleler Bewegung, bey der Vorausſetzung, daß die Schiefe der Ecliptik unverändert bleibt, langſam nach a d fortrücken laſſen. Hieraus würde aber auch nothwendig folgen, daß ſich die Pole des Aequators oder die Weltpole, ebenfalls der Ordnung der Zeichen entgegen, in einem Kreiſe um die Pole der Ecliptik bewegen müßten. Wenn man hingegen die Weltpole für unbeweglich annimmt, ſo kommt es uns vor, als ob die Fixſterne nach der Ordnung der Zeichen um die Pole der Ecliptik in Kreiſen langſam umliefen. M. ſ. **Polarſtern**. Weil die Schiefe der Ecliptik veränderlich iſt, ſo erfolgen alle dieſe Bewegungen in keinen genauen Kreiſen.

Nimmt man an, daß der Stern α unbewegt bleibt, der Anfangspunkt ♈ aber der Ordnung der Zeichen h nach i entgegenrückt, ſo werden mit den Längen der Sterne auch die geraden Aufſteigungen und Abweichungen derſelben geändert; in h war nähmlich des Sterns α gerade Aufſteigung h l, und die Abweichung α l; in i aber iſt ſeine gerade Aufſteigung i k, und ſeine Abweichung α k. Die Breite α h hingegen bleibt ungeändert, weil das Vorrücken mit der Ecliptik e f parallel gegangen.

Um die Größe der Veränderung in der Länge der Sterne zu finden, darf man nur ältere und neuere Beobachtungen mit einander vergleichen. Schon **Hipparch** fand 128 Jahre vor Chriſti Geburt die Längen der Sterne in Bezug auf die Nachtgleichungspunkte über 2 Grade größer, als ſie **Timocharis** und **Ariſtyllus** 294 Jahre vor Chriſti Geburt beobachtet hatten. Dieß nähmliche Wachſen der Längen ergab ſich auch aus der Vergleichung ſeiner Beobachtungen mit des

Eudo-

Eudoxus Beſchreibung der Sphäre, welche auf noch ältere Zeit eingerichtet war. Seit dieſen Zeiten aber bis jetzt haben die Längen der Sterne um mehr als 30 Grade zugenommen.

Die Kornähre der Jungfrau α) ſetzt
Hipparch 128 Jahre vor Chriſti
Geburt in 24° m
Caſſini 1737 J. nach Anfang der
chriſtlichen Zeitrechnung 20° 11′ 45″ ≏

Aenderung in 1865 Jahren 26° 11″ 45″
in einem Jahre 50″ 32‴

Andere Beobachtungen geben etwas andere Größen, und da die Beobachtungen der Alten in Kleinigkeiten nicht zuverläſſig, neuere aber, eine ſo langſame Aenderung zu beſtimmen, nicht zulänglich ſind, ſo nimmt man aus vielen ein Mittel. Herr de la Lande β) ſetzt die Aenderung jährlich auf $50\frac{1}{3}$ Sek. In einer Abhandlung γ) ſetzt er ſie in 100 Jahren 1° 23′ 45″; dieß gäbe für 1 Jahr 50″,25. Dabey bemerkt er, daß die Ungewißheit dabey ſich nicht über 5 Sekunden in 100 Jahren erſtrecke. Dieſer Angabe gemäß ſind Herrn Lambre Tafeln berechnet δ); nach denſelben würde der völlige Umlauf des Himmels 25791 Jahre dauern.

Herr Bode in dem Entwurfe des geſtirnten Himmels ε) gibt als Mittel aus 19 Vergleichungen nach Ptolomäus und Tobias Mayer's Angaben das Rückwärtsgehen in 100 Jahren 1° 23′ 59″,0, welches alſo jährlich 50,39 Sekunden betragen, und der völlige Umlauf des Himmels 25716 Jahre dauern würde.

Die Umlaufszeit des ganzen Himmels nennt man gewöhnlich das große oder platoniſche Jahr. In der Geſchichte der ältern Aſtronomie gibt es aber eine Menge der-

α) M. ſ. Caſſini elémens d'Aſtronomie. Liv. I. chap. 3.
β) Aſtronomie. §. 2701. II. Ausgabe.
γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1781.
δ) Connoiſſ. des temps. 1792. addit. p. 206.
ε) Clau. Ptolomäus Beſchreib. der Geſtirne. Berlin u. Stettin. 1795. 8.

dergleichen große Jahre [α]) welche wohl größtentheils aus Zuſammenſetzungen anderer Perioden beſtehen mögen, wiewohl einige von dem frühzeitig wahrgenommenen Vorrücken der Fixſterne herrühren. Nachrichten von dieſen Jahren findet man beym Riccioli [β]), de la Nauze [γ]) und Bailly [δ]). Das von Plato angenommene Jahr begreift 12000 Jahre; demnach müßte man damahls angenommen haben, daß in 1000 Jahren die Fixſterne durch ein Zeichen des Thierkreiſes vorrückten.

Sehr ſinnlich wird die Veränderung der Länge bey den Sternbildern des Thierkreiſes. Widder nennt man die erſten 30 Grade der Ecliptik vom Frühlingspunkte an gerechnet; bey dieſen 30 Graden befinden ſich jetzt Sterne der Fiſche; des Widders ſeine fangen jetzt gerade da an, wo dieſe 30 Grade aufhören, und erſtrecken ſich in die zweyten 30 Grade, die man den Stier nennt. So findet ſich jedes der Sternbilder nicht in demjenigen Theile der Ecliptik, der mit ihm einerley Nahmen hat, ſondern ungefähr im folgenden. Man unterſcheidet daher ungebildete und gebildete Zeichen (dodecatometria et asteriſmos).

Weil ſolcher Geſtalt das Rückwärtsgehen der Nachtgleichen nicht allein eine Aenderung in Anſehung der Längen der Sterne, ſondern auch in Rückſicht der geraden Aufſteigung und der Abweichung verurſacht, ſo folgt, daß alle Hülfsmittel in der Aſtronomie, durch welche die Stellungen der Fixſterne gegen die Ecliptik und den Aequator angegeben und dargeſtellt werden, als Fixſternverzeichniſſe, Sternkarten, Himmelskugeln u. dergl. nur für eine gewiſſe Zeit brauchbar ſind. Es werden daher für andere Zeiten bey den Sternverzeichniſſen Reductionen erfordert. M. ſ. Reduction. In manchen Sternverzeichniſſen ſind die jährlichen Veränderungen

α) S. *Cenſorini* de die nat. cap. 18. *Plutarch* de placit. philoſophor. II. 32 *Macrob.* ſomnium. Scipion. II. 11.
β) Almageſt, nouum. T. I. p. 130. 168.
γ) Mémoir. de l'Acad. des inſcript. T. XXIII. p. 90.
δ) Geſchichte der alten Sternkunde, aus dem Franz. Leipz. 1777. 8. B. II. Abſchn. 8. §. 15.

rungen der geraden Aufſteigung und der Abweichung mit angegeben. M. ſ. Fixſternverzeichniſſe. In Anſehung der Längen iſt dieß nicht nöthig, weil dieſe bey allen Sternen gleichviel, nähmlich jährlich etwa $50\frac{1}{3}$ Sekunden, zunehmen. In Anſehung der gewöhnlichen Himmelskugeln iſt es nicht genug, ſich alle Sterne auf ihnen für jede 70 Jahre um einen Grad in der Länge fortgerückt zu denken. Wenn man ältere Globen für ſpätere Zeiten, oder auch neuere Sphären für ältere richtig gebrauchen wollte, ſo müßten ſich auch die Weltpole mit verrücken, welches aber nicht angeht, indem die Sphäre die tägliche Bewegung um die Pole machen muß. Indeſſen haben doch einige Aſtronomen Mittel erdacht, die Kugel ſo vorzurichten, daß Weltpole und Pole der Ecliptik ihre gegenſeitige Stellung ändern, und in die, welche jeder Zeit zugehört, gebracht werden könne. Dergleichen Vorrichtung hat Caſſini α) der Pariſer Akademie der Wiſſenſchaften vorgelegt, aber weiter keine Beſchreibung davon gegeben. Eben dergleichen wollte auch Lowitz bey ſeiner großen Himmelskugel anbringen. Auch hat der Herr von Segner β) einen andern Vorſchlag dazu gethan. Von allen dieſen Vorrichtungen urtheilt Herr Käſtner, ſie würden Mühe und Koſten nicht vergelten. Für ein Jahrhundert und längere Zeit ſeyn ſie unnöthig, indem ſich bisher wenigſtens, immer in kürzern Zeiten, der Zuſtand der Sternkunde ſo verändert habe, daß neuere Himmelskugeln erfordert würden; und wollte man die Pole gegen die Sterne ſo geſtellt haben, wie es vor ein Paar tauſend Jahren geweſen wäre, ſo ſey es beſſer, dazu eine eigene Kugel vorzurichten.

Herr Bode hat zu dieſem Gebrauche zuerſt Planiſphäre in der Fortinſchen Ausgabe des Flamſtead γ), und alsdann noch vollkommener durch die 1795. herausgegebenen ptolomäiſchen Himmelskarten geliefert. M. ſ. Sternbilder.

In

α) Hiſtoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1708.

β) Aſtronomiſche Vorleſungen. Halle, 1775. 4. §. 357. S. 189.

γ) Vorſtellung der Geſtirne. Berlin u. Stralſ. 1782. Taf. XXXIII. XXXIV.

In der alten Aſtronomie, da die Fixſterne ſehr nahe in einer hohlen Sphäre eingeſchloſſen angenommen wurden, ſahe man das Fortrücken der Sterne als eine wirkliche Bewegung an. Dieſe alte Meinung ward aber durch **Copernicus** gänzlich aufgehoben, welcher vielmehr dieſe Erſcheinung als eine Bewegung der Nachtgleichen betrachtete. Die eigentliche Urſache derſelben konnte man aber lange Zeit nicht angeben, ſo viele Hypothеſen auch darüber gebildet wurden. So viel ſahe man wohl ein, daß ſie eine ähnliche Urſache mit dem Rückgange der Knotenlinien haben müſſe. Denn da die tägliche Umdrehung der Erde in der Ebene des Aequators geſchieht, ſo ſind in der That die Durchſchnittspunkte der Ecliptik mit dem Aequator, oder die Nachtgleichungspunkte, eben ſo gut die Knoten der täglichen Umdrehung, als die Durchſchnittspunkte der Planetenbahnen mit der Ecliptik die Knoten dieſer Bahnen es ſind.

Endlich gab **Newton's** Syſtem auch von dieſer Erſcheinung Rechenſchaft. Er zeigte *), daß die Gravitation der nicht vollkommen ſphäriſchen, ſondern um die Pole abgeplatteten, Erde gegen Sonne und Mond die Knotenlinie der täglichen Umdrehung zurücktreiben müſſe. Wenn man ſich nähmlich um den Aequator der Erde einen Ring vorſtellt, welcher aus angehäuſten materiellen Theilen zuſammengeſetzt iſt, und ſich binnen 24 Stunden um die völlig kugelrunde Erde dreht, ſo wird zwar dieſer Ring eine weit größere Schwere gegen die Erdkugel, als gegen die Sonne und gegen den Mond haben; allein beyde Himmelskörper werden doch gegen den Ring eine ſtärkere Anziehung als gegen die übrigen Theile der Erde beweiſen. Weil nun dieſer Ring in der Ebene des Aequators liegt, und Sonne und Mond jederzeit aus der Ebene der Ecliptik darauf wirken, ſo wird daraus die nähmliche Wirkung, wie bey den Planetenbahnen, entſtehen; die Punkte des Erdringes werden nähmlich die Ebene der Ecliptik bey jeder Umdrehung etwas früher durchſchneiden, als ſonſt geſchehen würde; daher die Durchſchnittspunkte

*) Princip. Lib. III. p. XXXIX.

punkte oder Knoten der Umdrehung nach der Seite, welche den Bewegungen der Erde und des Mondes entgegengeſeßt ſind, d. i. gegen die Ordnung der Zeichen fortrücken müſſen. Nach Newton's Berechnung beträgt die Wirkung der Sonne jährlich 9″ 7‴ 20⁗, und die des Mondes 40″ 52‴ 52⁗, alſo die geſammte Wirkung beyder Körper 50″ 12‴, welches mit den damahligen Beobachtungen ziemlich genau zuſammenſtimmte. Allein Newton hatte bey ſeiner Berechnung Vorausſeßungen angenommen, welche unrichtig und unerwieſen waren.

Um die Urſache dieſer Erſcheinung deutlicher einzuſehen, kann man nach la Place Darſtellung die Wirkung der Sonne und des Mondes, jede für ſich, auf den in der Ebene des Aequators liegenden Ring betrachten. Gedenkt man ſich nähmlich die Sonnenmaſſe als gleichförmig auf den Umfang ihrer für kreisförmig angenommenen Bahn vertheilt, ſo ſieht man leicht, daß die Wirkung dieſer körperlichen Bahn die mittlere Wirkung der Sonne vorſtellen werde. Wird nun dieſe Wirkung auf jeden der über die Ecliptik erhabenen Punkte des Ringes in zwey zerlegt, deren eine in der Ebene des Ringes liegt, die andere auf dieſer Ebene ſenkrecht iſt, ſo begreift man, daß das Reſultat der leßtern Wirkungen auf alle dieſe Punkte auf der Ebene ſelbſt ſenkrecht ſey, und in dem Durchmeſſer des Ringes liege, der auf ſeiner Knotenlinie ſenkrecht iſt. Die Wirkung der ſo ſich eingebildeten körperlichen Sonnenbahn auf den unter der Ecliptik liegenden Theil des Ringes bringt auf ähnliche Art auf der Ebene des Ringes lothrechtes und in dem untern Theile eben dieſes Durchmeſſers liegendes Reſultat hervor. Dieſe beyden Reſultate haben eine Beſtrebung, den Ring der Ecliptik zu nähern, indem ſie ihn auf ſeine Knotenlinie in Bewegung ſeßen; ſeine Neigung gegen die Ecliptik würde alſo durch die mittlere Wirkung der Sonne abnehmen, und ſeine Knoten würden feſt ſeyn, ohne die Umdrehungsbewegung des Ringes, von welchem hier angenommen wird, daß er ſich in einerley Zeit mit der Erde umdrehe. Allein eben dieſe Bewe-

gung

gung erhält dem Ringe beſtändig einerley Neigung gegen die Ecliptik, und verwandelt die Wirkung des Einfluſſes der Sonne in eine rückläufige Bewegung der Knoten; ſie zieht dieſen Knoten eine Veränderung zu, welche, ohne ſie, bey der Neigung Statt finden würde, und gibt der Neigung die Beſtändigkeit, welche bey den Knoten Statt haben würde. Um die Urſache dieſer ſonderbaren Veränderung zu begreifen, nehme man an, die Lage des Ringes laſſe ſich unendlich wenig ändern, ſo daß die Ebene ſeiner beyden Lagen ſich nach der Richtung des auf der Knotenlinie ſenkrechten Durchmeſſers ſchneiden. Man kann am Ende eines jeden Augenblicks die Bewegung eines jeden ſeiner Punkte in zwey zerlegen, deren eine im folgenden Augenblick allein bleiben, die andere aber auf der Ebene des Ringes lothrecht ſeyn, und vernichtet werden ſoll, und es iſt klar, daß das Reſultat dieſer zweyten Bewegung, auf alle Punkte des obern Theils des Ringes bezogen, auf ſeiner Ebene lothrecht ſeyn, und in dem vorhin betrachteten Durchmeſſer liegen werde, welches in Anſehung des untern Theils des Ringes auf gleiche Art Statt findet. Damit dieß Reſultat durch die Wirkung der körperlichen Sonnenbahn aufgehoben, und der Ring, vermöge dieſer Kräfte, im Gleichgewichte um ſeinen Mittelpunkt erhalten werde, müſſen ſie einander entgegengeſetzt, und ihre Momente in Beziehung auf dieſen Punkt gleich ſeyn. Die erſte dieſer Bedingungen fordert, daß die angenommene Veränderung der Lage des Ringes rückläufig ſey; die zweyte Bedingung beſtimmt die Größe dieſer Veränderung, und folglich auch die Geſchwindigkeit der rückläufigen Bewegung ſeiner Knoten. Es iſt leicht einzuſehen, daß dieſe Geſchwindigkeit der Maſſe der Sonne, dividirt durch den Würfel ihrer Entfernung von der Erde, und multiplicirt durch den Coſinus der Schiefe der Ecliptik proportional ſey.

Da die Ebenen des Ringes in zwey auf einander folgenden Lagen ſich nach der Richtung eines auf der Knotenlinie ſenkrechten Durchmeſſers ſchneiden, ſo folgt, daß die Neigung dieſer beyden Ebenen gegen die Ecliptik beſtändig iſt.

Die

Die Neigung des Ringes ändert ſich alſo, vermöge der mittlern Wirkung der Sonne, nicht.

Was von einem ſolchen Ringe gilt, das beweiſt die Analyſe von jedem von einer Kugel wenig unterſchiedenen Sphäroide. Die mittlere Wirkung der Sonne bringt in den Nachtgleichen eine der Maſſe dieſes Geſtirns dividirt durch den Würfel ſeiner Entfernung und multiplicirt durch den Coſinus der Schiefe der Ecliptik proportionirte Bewegung hervor. Dieſe Bewegung iſt rückläufig, wenn das Sphäroid an ſeinen Polen abgeplattet iſt; ihre Geſchwindigkeit hängt von der Abplattung des Sphäroids ab; aber die Neigung des Aequators gegen die Ecliptik bleibt immer die nähmliche.

Was die Wirkung des Mondes betrifft, ſo macht dieſe ebenfalls die Knoten des Erdäquators in der Ebene ſeiner Bahn zurückgehen. Da aber die Lage dieſer Ebene und ihre Neigung gegen den Aequator, vermöge der Wirkung der Sonne, ſich ununterbrochen ändert, und die durch die Wirkung des Mondes verurſachte rückläufige Bewegung der Knoten des Aequators in der Mondsbahn dem Coſinus dieſer Neigung proportionirt iſt, ſo iſt dieſe Bewegung veränderlich. Außerdem macht ſie, wenn man ſie gleichförmig annimmt, daß die rückläufige Bewegung der Nachtgleichen und die Neigung des Aequators gegen die Ecliptik ſich nach der Lage der Mondsbahn ändert. Eine einfache Rechnung zeigt, daß aus der Wirkung des Mondes, verbunden mit der Bewegung der Ebene ſeine Bahn, folgt, 1) eine mittlere Bewegung beyder Nachtgleichen, welche derjenigen gleich iſt, die dieſes Geſtirn verurſachen würde, wenn es ſich in der Ebene der Ecliptik ſelbſt bewegte, 2) eine Ungleichheit, die von dieſer rückläufigen Bewegung abzuziehen, und dem Sinus der Länge des aufſteigenden Knotens der Mondbahn proportionirt iſt, 3) eine dem Coſinus eben dieſes Winkels proportionirte Verminderung der Schiefe der Ecliptik. Dieſe zwey Ungleichheiten werden zugleich dargeſtellt durch die Bewegung des Endpunktes der bis an den Himmel verlängerten Erdaxe auf einer kleinen Ellipſe.

Dalembert *) hat zuerſt Newton's Unrichtigkeiten verbeſſert und bisherige Betrachtungen durch die Analyſe aufs vollkommenſte beſtätigt. Bey dieſer Unterſuchung hat er aber ſowohl, als alle Geometer nach ihm, welche ſich mit dieſem Gegenſtande beſchäftigten, vorausgeſetzt, daß die Erde ein feſter Körper ſey. Da aber dieſe großentheils mit den Gewäſſern des Meeres bedeckt iſt, ſo entſteht die nicht unwichtige Frage, ob nicht die Wirkung dieſer die Erſcheinung des Rückwärtsgehens der Nachtgleichen ändern müſſe? Denn da die Gewäſſer des Meeres vermöge ihrer Flüſſigkeit den Anziehungen der Sonne und des Mondes nachgeben, ſo ſcheint es auf den erſten Anblick, ihre Gegenwirkung könne auf die Bewegung des Rückwärtsgehens der Nachtgleichen keinen Einfluß haben. La Place hat dieſe Frage zuerſt erörtert, und durch ſeine Unterſuchungen über die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth den merkwürdigen Satz gefunden, daß, wie auch das Geſetz der Tiefe des Meeres beſchaffen, und das von demſelben bedeckte Sphäroid geſtaltet ſeyn mag, die Erſcheinung des Zurückgehens der Nachtgleichen die nähmliche iſt, wie wenn das Meer eine feſte Maſſe mit dieſem Sphäroide ausmachte.

Außerdem bemerkt la Place, wenn die Sonne und der Mond allein auf die Erde wirkten, ſo würde die mittlere Neigung der Ecliptik gegen den Aequator beſtändig ſeyn, da aber die Wirkung der Planeten die Lage der Erdbahn beſtändig ändert, ſo muß daraus in der Schiefe gegen den Aequator eine Abnahme entſtehen, welche durch alle Beobachtungen beſtätigt wird. Die nähmliche Urſache gibt den Nachtgleichen eine jährliche rechtläufige Bewegung von 0″,1849; folglich wird die durch die Wirkung der Sonne und des Mondes verurſachte jährliche Präceſſion durch die Wirkung der Planeten um dieſe Größe vermindert, und ohne dieſe Wirkung würde ſie 50″,42 betragen. Dieſe Wirkungen des Einfluſſes der Planeten ſind von der Abplattung des

*) Recherches ſur la préceſſion des équinoxes et ſur la nutation. Paris 1749. 4.

des Erdſphärolds unabhängig; aber die Wirkung der Sonne und des Mondes auf dieſes Sphäroid muß ſie ſelbſt und ihre Geſetze abändern.

Mit dem Zurückgehen der Nachtgleichen ſteht das Wanken der Erdaxe in einer genauen Verbindung, von welchem ein eigener Artikel handelt. Das Zurückgehen der Nachtgleichen verurſacht den Unterſchied des tropiſchen und ſideriſchen Jahres; ſ. m. ſ. Jahr; und eine geringe in einzelnen Tagen unbemerkbare Differenz zwiſchen Sternzeit und Zeit der erſten Bewegung. M. ſ. Sternzeit.

M. ſ. Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde Th. I. §. 206. Th. II. §. 525. Käſtner Anfangsgründe der Aſtronomie. Göttingen, 1792. 8. §. 125. 291. la Place Darſtellung des Weltſyſtems. Aus dem Franz. Frankf. a. M. 1797. Th. I. S. 91. f. Th. II. Cap. 13. S. 176. u. f.

Vulkane, feuerſpeyende Berge (montes igniuomi ſ. vulcanii, volcans). Hierunter verſteht man eine eigene Claſſe von Bergen, welche in abwechſelnden Zeiten oft eine ungemein große Menge glühender und calcinirter Steine, geſchmolzener und fließender Materien mit einem ungeheuren Wirbel von Rauch, Dampf und Flamme, zu einer anſehnlichen Höhe, aus ihren Schlünden ausſtoßen. Dieſe Schlünde werden gewöhnlich Crater genannt.

Wenn irgend eine Erſcheinung in der Natur die Menſchen in Furcht und Schrecken zu verſetzen im Stande iſt, ſo iſt es gewiß diejenige, welche dieſe Berge gewähren. Der Ausbruch derſelben iſt oft mit unterirdiſchen Bewegungen verbunden, welche, ſo wie die Flammen, die aus der Erde empor lodern, die Wohnungen der Menſchen gänzlich zu zernichten, und Alles, was in ihren Wirkungskreis kommt, zu zerſtören drohen.

Diejenigen Materien, welche die Vulkane ausſpeyen, fließen zum Theil als Ströme von Lava an den Seiten herab, zum Theil ſteigen ſie in einer völlig oder beynahe geraden Linie aus dem Schlunde empor, und ſtürzen dann wieder in dieſen ſelbſt zurück, oder bleiben auf den obern

Rändern deſſelben liegen; im leztern Falle häufen ſie ſich nach und nach an, und machen, daß der Schlund höher und enger wird. Wenn ſich aber die Maſſe zu ſehr anhäuft, ſo ſenkt ſich die Unterlage, auf welcher dieſelbe ruhet, die darauf befindlichen Theile folgen ihr nach, und der ganze obere Theil des Schlundes ſtürzt in den Vulkan hinab, deſſen Mündung auf dieſe Art ſich ungemein erweitert. Wenn indeſſen die Ausbrüche nach einem ſolchen Vorfalle anhalten; ſo wird ſich bald ein neuer Schlund finden; und wirklich iſt dieß bey allen brennenden Vulkanen der Fall. Auf ſolche Art bilden ſich meiſtentheils regelmäßige Geſtalten der Vulkane, welche hohlen kegelförmigen Baſſins gleichen, und an welchen ſelbſt die ſo genannten erloſchenen Vulkane vorzüglich mit erkannt werden. Sonſt ſammeln ſich die Theile der ausgeworfenen Lava, welche auf die Seitentheile des Berges fallen, hier immer mehr an, und geben Gelegenheit, daß der Vulkan nach und nach an Höhe ſehr zunimmt. So entſtehen die ſo genannten vulkaniſchen Piks; der Aetna hat jezt eine Höhe von 1672 Toiſen, der Pik von Teneriffa iſt über 1900, der Puy-de-Dome 870 Toiſen hoch; und der Chimboraço iſt noch weit höher, als dieſe Berge; auch der Hecla und der Veſuv ſind ſehr hoch. Je mehr ſich aber dieſe Berge, dieſe Schlünde, und die aus eben der Urſache im Meere entſtandenen Inſeln erheben, um ſo mehr müſſen die Berge in ihrem Innern abnehmen, und es müſſen ſich nach und nach Höhlen von ungeheurer Größe im Mittelpunkte ſolcher Berge bilden; denn dieſe Höhlen werden ſich verhalten, wie die Menge der verzehrten brennbaren und andern Materien, welche calcinirt und ausgeworfen worden ſind. Die ſo entſtandenen Höhlen können in der Folge zuſammenſtürzen, und beſonders werden Erdbeben und die heftigen Stöße, die ſie bewirken, einen ſolchen Erfolg nach ſich ziehen. So haben ſich z. B. die Berge an den Orten, wo jezt der See Lucrin und der jamaikaniſche See, der ſich im Jahre 1692. bildete, iſt, nach heftigen Erdbeben geſenkt; auch die Inſel Sorca, die zu den Molucken gehörte, iſt

durch

durch eine ähnliche Urſache verſenkt, und ganz verſchlungen worden u. ſ. w.

Alle dieſe vulkaniſchen Auswürfe, die Ergießungen von Lavaſtrömen, die durch Vulkane bewirkten Einſturze von Bergen u. ſ. w. müſſen, da ſie ſehr gewöhnliche Erſcheinungen ſind, eine beträchtliche Veränderung auf der Oberfläche der Erde bewirken; denn diejenigen Vulkane, welche noch brennen, und die erloſchenen, nehmen einen ſehr anſehnlichen Theil des feſten Landes ein; ſie werden an einem Orte des Bodens Erhöhungen hervorbringen, neue Berge und folglich auch neue Thäler bilden, zur Entſtehung von hohen Geſtaden Gelegenheit geben u. ſ. w., welche in der Folge durch die Länge der Zeit und durch die Wirkung der Gewäſſer noch auf verſchiedene Art werden verändert werden.

Alles dieß bisher Angeführte beweiſen faſt alle vulkaniſche Gebirge, wovon einige der vornehmſten kurz beſchrieben werden ſollen.

Der Veſuv, nahe bey Neapel, beſteht aus einer von den Apenninen ganz abgeſonderten Maſſe vulkaniſcher Berge, welche ſich ringsum gleichförmig mitten aus einer Pläne erhebt. Ohne Zweifel war der Schlund des Veſuvs ſonſt größer als er jetzt iſt. Durch einen Einſturz, vielleicht im Jahre 79. nach Chriſti Geburt, da die Städte Herculanum und Pompeji verſchüttet wurden, iſt bloß ein Theil des Randes von dem ehemahligen großen Crater ſtehen geblieben, wodurch ſich der Berg Somma gebildet, aus deſſen Mitte ſich der neue Crater des Veſuvs erhoben, der jetzt unter dem Nahmen des Veſuvs bekannt iſt. Außerdem findet man noch an der Seite einer Menge kleiner Kegel, und faſt jeder neue Ausbruch verändert die Geſtalt des merkwürdigen Berges.

Der ſchreckliche Ausbruch des Veſuvs am 24. Aug. 79. verſchüttete die beyden Städte Herculanum und Pompeji, nachdem dieſe ſchon 16 Jahre vorher durch ein ſtarkes Erdbeben erſchüttert waren. Dio Caſſius erzählt, dieſer fürchterliche Ausbruch des Veſuvs ſey zu der Zeit erfolgt, da man

im Schauſpiele geweſen, die unglaubliche Menge der empor-geſtiegenen Aſche habe die Sonne verdunkelt, und ſey bis Rom, ja bis Syrien und Egypten geflogen.

Dieſe erſte Füllung iſt durch nachherige Ausbrüche des Veſuvs mit neuen Lagen bedeckt worden, zwiſchen welchen ſich immer etwas Dammerde befindet, ein Beweis, daß jede dieſer Lagen eine Zeit lang frey auf der Oberfläche geblieben und zum Anbau geſchickt gemacht worden ſey. Auf ſolche Art ward nach und nach Herculanum über dem Theater 74, und näher nach dem Meere zu auf 110 Fuß hoch bedeckt, und in ſpätern Zeiten Petici und Roſina über dieſe Stelle erbauet. Im Jahre 1706. ſand man beym Graben zufälliger Weiſe einige Statuen, welche vermuthen ließen, daß eine Stadt untergegangen ſey; allein die Regierung verboth das weitere Nachſuchen. Erſt im Jahre 1738., als König Carl dieſe Stelle erkaufte, fand man die ganze Stadt wieder, und ward überzeugt, daß ſie das alte Herculanum ſey, füllte aber die Plätze, ſobald man die beweglichen Merkwürdigkeiten hinweggebracht hatte, zur Sicherheit der darüber erbaueten Häuſer, wieder aus, und ließ bloß die Schaubühne offen, zu deren Parterre man jetzt von der Erde 80 Stufen hinabſteigen muß.

Die Materie, welche Herculanum überſchüttet hat, ſcheint nicht allein ein trockener Aſchenregen, ſondern auch zugleich eine flüſſige oder breyartige Subſtanz geweſen zu ſeyn. Denn ſie hat die Zimmer ausgefüllt, Gegenſtände in ſich abgeformt, und durch ihre Hitze alles Holz, ſelbſt inwendig in den Gebäuden, von außen verkohlt. Sie hat ſich zu einer ſo genannten Tufa verhärtet, welche ſich leicht zerſchlagen läßt, und bey weiten nicht ſo hart iſt, als die neuern Laven werden.

Dagegen iſt Pompeji bloß mit trockener Aſche, Bimſtein, und kleinen granatähnlichen Kryſtallen bedeckt, welches zuſammen zu einer ähnlichen Tufa von 16 bis 18 Fuß Höhe verhärtet iſt. Hier iſt nichts ins Innere der Häuſer gedrungen oder verbrannt, auch überhaupt alles beſſer erhalten,

und

und was man ſeit 1755. entblößt hat, Alles offen gelaſſen worden, ſo daß die Gebäude, Tempel, Schaubühnen u. f. am hellen Tage beſehen werden können. Die alte Stadt iſt ſchon auf einer lockern ſehr tiefen Lava von drey über einander liegenden Schichten erbauet, und ihre Straßen ſind mit Lava gepflaſtert. Auch Stabiä iſt nur mit Aſche bedeckt. Hier hat man die vorgefundenen Alterthümer in das königliche Muſeum zu Portici gebracht, und die Stellen wieder zugeworfen.

Seit dieſem großen Ausbruche des Veſuvs liefert die Geſchichte noch weit mehrere, von welchen Paragallo α), du Perron de Caſtera β), und der P. de la Torre γ) Nachrichten geſammelt haben δ). Einer der ſchrecklichſten Ausbrüche erfolgte im Jahre 1779. von welchem die vorzüglichſten Erſcheinungen nach Duchanoy ε) Beſchreibung folgende ſind.

Im Jahre 1779. war der Crater des Veſuvs kreisrund, und mochte im Durchmeſſer etwa 90 Schritt beſitzen. Aus ſeiner Mitte erhob ſich ein kleiner Berg, welcher ungefähr 100 Schritte hoch war, und im Durchmeſſer 50 Schritte hatte. Aus dieſem kleinen Berge, welcher gleichſam den Schornſtein des Vulkans vorſtellte, ſtieg ſchon im May 1779. alle halbe Viertelſtunde ein 10 bis 12 Fuß ſtarke Feuerſäule auf, welche ſich beynahe auf 250 Schritt hoch über den Berg erhob, und einen Regen von verbrannten Erden, halbcalcinirtem Sande, Harz und Aſche verbreitete, welches Gemiſch in Neapel Rapillo genannt wird. Vor und nach-

α) Iſtoria naturale del monte Veſuvio. Neap. 1705. 4.

β) Hiſtoire du mont Veſuve trad. de l'Ital. à Paris 1741. 12.

γ) Storia e fenomeni del Veſuvio. Nap. 1755. 4. Hiſtoire et phénomenes de Veſuve, expoſées p. le P. *de la Torre* à Nap. 1776. 8. Ueberſ. von Lentin. Altenb. 1783. 8.

δ) S. Geſchichte des Veſuvs in den vermiſchten Beyträgen zur phyſikal. Erdbeſchreib. Brandenb. 1774. 8. B. I. St. 1. S. 92. f. Wunder der feuerſpeyenden Berge in Briefen von Knoll. Erf. 1784. 8.

ε) *Rozier* journal de phyſique. Juli. 1780. Ueberſ. in den Leipz. Samml. zur Phyſik und Naturgeſchichte. B. II. St. 5. S. 541. f.

her, hörte man ein ſtarkes Brauſen, und der Knall der Exploſion ſelbſt glich einem Kanonenſchuſſe. So oft die Materie im Innern des Berges aufſtieg, um eine Exploſion zu verurſachen, erhob ſich am Fuß des Kegels ein Hügel von Erde, welcher 6 bis 12 Fuß in die Höhe ſtieg, und dadurch die eine Seite des Kegels gegen ſich zog. Im Augenblicke der Exploſion blieb dieſer Hügel ſtehen, zwiſchen den kurzen Pauſen der zwey bis drey Mahl kurz auf einander folgenden Exploſionen ſahe man ihn ſinken und wieder ſteigen, bis er ſich nach beendigter Exploſion wieder in die Ebene des Craters niederſenkte. Dieſe Erſcheinung hatte völlig das Anſehen einer Blaſe, welche ſich vom Athmen erweitert und verengert, und rührte von einer neuen Lava her, die den Crater damahls bedeckte, einen Ausweg ſuchte, auch nachher ſich denſelben an der Seite, etwa 500 bis 600 Fuß weit vom Crater, wirklich eröffnete. Wenn der Hügel wieder einſank, ſo hörte man dieſe Lava ſehr deutlich abfließen, und durch Spalten in das Innere des Berges zurückgehen.

Im Aug. 1779. wurden die Exploſionen immer ſtärker und häufiger. Am 8ten Aug. bildete der emporſteigende Rauch eine ungeheure Maſſe, wie eine ſtillſtehende Wolke, in welcher man eine Feuerſäule wahrnahm, mit einer Menge großer Steine vermiſcht, welche nach ihrem Falle vom Berge herabrollten. Mit eintretender Nacht erhob ſich ſchon alle halbe Minuten ein neuer Strom brennender Materien, welcher endlich ſo ſtark ward, daß er eine gerade Richtung nahm, und dem Winde gar nicht mehr nachgab. Gegen 8½ Uhr folgten die Exploſionen faſt ununterbrochen auf einander; die Feuerſtröme, welche nun den ganzen Crater zur Grundfläche hatten, ſtiegen in pyramidaliſcher Form auf eine unglaubliche Höhe, ſchütteten eine Menge brennender Subſtanzen herab, und verbreiteten einen Rauch, der das Licht des Feuers zurückwarf, und den Glanz des ganzen Schauſpiels erhöhete.

Endlich hörte man um 9½ Uhr eine ſchreckliche Exploſion, ſtärker als den Knall des gröbſten Geſchützes; und mit ihr ſtieg ein ſtarker ſchwarzer Rauch in die Luft, welcher einen

Theil

Theil des Craters mit ſich führte. In wenig Augenblicken zeigte ſich durch dieſen Rauch die Feuerſäule wieder, welche ſich nun auf eine Höhe erhob, welche man dreymahl höher, als die Höhe des ganzen Berges, d. i. auf 6000 Fuß, ſchätzen konnte. Die Maſſe des Rauchs nahm ihre Hauptrichtung auf den Somma und Ottojano zu, ſtieg aber ſo hoch, daß man zu Neapel und überall in der Nähe glaubte, ſie erreichte den Scheitel, und theilte ſich in Gruppen, die von dem Feuer und den überall hervorſchießenden Blitzen auf tauſend verſchiedene Arten erleuchtet wurden.

Die Feuerſäule war ſo ſtark, als ob die Erde einen Theil ihrer brennenden Eingeweide auswürfe. Der Regen von brennenden Materien verſtärkte noch ihre ſcheinbare Größe, und das Meer, das ihren Glanz zurückwarf, glich dem eröffnenden Schlunde der Hölle. Bey dieſem Lichte konnte man in Neapel die kleinſte Schrift leſen. Die unten ſenkrechte Säule bog ſich am obern Ende; ein Theil von ihr ward von dem Winde in die Ferne geführt, ein anderer fiel auf den Veſuv und das Atrio del Cavallo zurück, welche davon wie in einen feurigen Schleyer verhüllt wurden. In wenig Augenblicken verwandelte ſich der Berg in eine feurige Halbkugel, und verſchwand endlich ganz in einem glühenden roſenfarbigen Dampfe, der ſich gar nicht beſchreiben läßt. Wenn man ſich eine feine roſenfarbene Atmoſphäre, und in ihrer Mitte einen Berg mit lebhaſt rothem, heftig bewegten Feuer vorſtellt, ſo hat man nur eine ſchwache Idee von dieſem Schauſpiele, deſſen Größe keine Schilderung eines Mahlers hat erreichen können. Alles ſchien ſo in einander gefloſſen, daß man glauben mußte, der Berg ſey verſchlungen, oder in die Luft geworfen worden.

Die Feuerſäule und Rauchmaſſe wurden auf allen Seiten von Blitzen durchſchnitten, die theils aus der Erde, theils aus der Luft zu kommen ſchienen. Das Ganze ſtellte eine brennende Wolke vor, aus welcher ein unaufhörlicher Feuerregen überall Tod und Verwüſtung drohete. Hin und wieder fielen Steine von ungeheurer Größe, deren Fall 25 Se-

kunden lang dauerte, ob ſie gleich bey weiten nicht ſo hoch, wie die kleinern, ſtiegen. Mit ſolchen Steinen ſchien das Thal des Somma ganz verſchüttet. Die Geſträuche und Caſtanienwälder des Ottojano entzündeten ſich augenblicklich durch die glühenden Steine und Blitze. Nach der erſten Betäubung empfand man nichts als die Gefahr, mit welcher dieſes ſchreckliche Phänomen drohete, und nun überließ ſich das Volk, beſonders in Neapel, den gewöhnlichen Unordnungen. Die Stadt Ottojano ward am meiſten vom Feuerregen beſchädigt.

Gleichwohl hörte dieſer ſchreckliche Ausbruch, nachdem er etwa 37 Minuten gedauert hatte, binnen 2 Minuten gänzlich auf. Man ſahe den Berg faſt in ſeiner vorigen Geſtalt wieder, aber ganz mit glühenden Steinen bedeckt, die noch einen guten Theil der ganzen Nacht hindurch leuchteten. Da aber kein eigentlicher Strom von Lava ausgebrochen war, ſo legte ſich auch das Toben des Berges noch nicht, und es gab in den folgenden Tagen noch Exploſionen, die der beſchriebenen nicht viel nachgaben.

Aehnliche Beſchreibungen mit Abbildungen begleitet finden ſich in dem ſchönen Werke des Ritter Hamilton [α]). Von einzelnen Ausbrüchen des Veſuvs findet man Schilderungen in den philoſophiſchen Transactionen [β]), beym Mercati [γ]), Catani [δ]), Gaetano de Boltis [ε]).

Der neueſte Ausbruch des Veſuvs im Jahr 1795 hat einen beträchtlichen Theil des Berges zerſtört, und daher die Geſtalt deſſelben verändert.

Der Monte Gibello oder Aetna in Sicilen iſt einer der merkwürdigſten Vulkane, welcher von uralten Zeiten her gebrannt

α) Campi Phlegraei or obſerv. on the Vulcanos of the two Sicilies. Napoli 1776. II. Vol. Fol.

β) For the year 1730. n. 424. v. 1733. u. 1737. n. 455. v. 1751. Vol. XLVII. XLIX. LII.

γ) Raconto iſtorico-filoſofico de Veſuvio. Nap. 1755. 4.

δ) Letter. critica filoſofico ſu delle veſuviana eruzzione accaduta nell' anno 1767. Catania 1768.

ε) Ragionamento iſtorico del incendio del Veſuvio. Napoli 1768. 4. 1779. 4.

gebrannt hat. Kircher [α]) hat die Zeugniſſe der Alten geſammelt und zuſammengeſtellt. Vom Jahre 1447. bis 1536. war dieſer Berg ſo ruhig, daß man die ältern Berichte von den Ausbrüchen deſſelben zu bezweifeln anfing. Allein in dieſem und den folgenden Jahren floſſen ſtarke Laven, bis endlich 1669. und 1693. die ſchrecklichſten Ausbrüche erfolgten [β]), welche beſonders durch die damit begleiteten Erdbeben verderblich wurden. Dieſe Erdbeben verſchlangen 1693. in drey Tagen 16 Städte und mehrere Landgüter, und koſteten mehr als 90000 Menſchen das Leben. Die letztern ſtärkern Ausbrüche ſind in den Jahren 1755., 1766. und 1769. erfolgt. Von dem neueſten im Jahre 1787. handelt ein Aufſatz von Mirone [γ]) und eine eigene Schrift von Dolomieu [δ]).

Beſchreibungen von dem Aetna geben Hamilton [ε]), Brydone [ζ]), Spallanzani [η]), und mehrere Reiſebeſchreibungen nach Sicilien. Dieſer Berg iſt von einer ſolchen beträchtlichen Höhe, daß der Schnee auf ſeinem Gipfel nicht ſchmilzt. Der große Crater deſſelben hat gegen eine Meile im Umfange. An den Seiten und am Fuße des Berges ſieht man aber mehr als 40 kleinere Kegel mit ausgehöhlten Gipfeln, welche aus eben ſo vielen durch die Hauptmaſſe des großen Berges ausgebrochenen Feuerſchlünden entſtanden ſind. Aus dieſen Oeffnungen ſind die Laven ausgefloſſen, welche die ganze umliegende Gegend bedecken, und ſich durch ihre ausnehmende Fruchtbarkeit auszeichnen. Herrn Spallanzani gelang es, an den äußerſten Rand des Craters zu kommen

α) Mundus ſubterran. T. I.

β) Philoſoph. Transact. n. 48. 51. 202. 207.

γ) Aus den novelle litterar. de Firenze im Gothaiſchen Magazin für das Neueſte der Phyſik und Naturgeſch. B. V. St. 4. S. 9. f.

δ) Mém. ſur les Isle ponces et catalogue raiſonné des produits de l'Etna, ſuivis de la deſcription de l'eruption de l'Etna en 1787. Paris 1788. 8.

ε) Philoſoph. Transact. Vol. LXI. P. I.

ζ) A tour trough Sicily and Maltha. Lond. 1773. 8. P. Brydone's Reiſen durch Sicilien und Maltha. Aus dem Engl. Leipz. 1774. Th. II. 8.

η) Reiſen in beyde Sicilien und in einige Gegenden der Apenninen. Aus dem Ital. mit Anmerk. Th. I. Leipz. 1795. 8.

kommen, und einen Blick in das Innere des Vulkans zu thun. Hier ſah er eine große Höhle, deren Boden eine faſt horizontale Fläche von ⅔ Meilen im Umfange bildete; darin fand ſich eine kreisrunde Oeffnung von etwa 5 Ruthen Durchmeſſer. Aus dieſer Oeffnung hob ſich eine große Rauchſäule empor, und man konnte mit der größten Deutlichkeit eine flüſſige brennende Subſtanz erblicken, welche anhaltend, aber ganz mäßig, aufwallte, kochte, ſich im Kreiſe herumtrieb, und wieder niederſank, ohne ſich jedoch jemahls bis auf die ebene Fläche zu verbreiten. Die Beſchreibung dieſer Höhle wird durch eine Kupfertafel ſehr gut erläutert.

Nach Brydone's Berichte hat der Canonicus Recupero durch die Veränderungen der Laven zu berechnen geſucht, zu welcher Zeit der Aetna zu brennen habe anfangen können. Nach dieſer ſeiner Berechnung glaubte er das Alter dieſes Vulkans auf 14000 Jahre ſetzen zu dürfen. Allein es läßt ſich aus der Veränderung der Lava, die binnen einer gewiſſen Zeit erfolgt, kein ſicherer Schluß machen, weil die Zerſtörung derſelben durch mehrere zufällige Urſachen bald befördert, bald verzögert werden kann; ſo wird z. B. eine Lava, welche dem ſcharfen Dampfe der Schwefelſäure ausgeſetzt iſt, weit eher zerſtört werden, als diejenige, welche einem ſolchen Dampfe nicht ausgeſetzt geweſen iſt. Dagegen hat Guenaut *) durch Rechnung zu beſtimmen geſucht, daß der erſte Ausbruch deſſelben ungefähr anderthalbtauſend Jahre vor der chriſtlichen Zeitrechnung erfolgt ſey.

An der ſüdlichen Seite des Aetna bemerkt man mehrere Ueberbleibſel von verloſchenen Vulkanen; die vorzüglichſten derſelben findet ſich im Val di Noto in den ſo genannten neptuniſchen Gebirgen, und ſie ſcheinen älter, als der Aetna ſelbſt, zu ſeyn. Die lipariſchen oder aeoliſchen Inſeln, deren Zahl ſich auf 10 beläuft, und mehrere zwiſchen denſelben befindliche Felſen, die nicht über das Waſſer hervorragen, können als vulkaniſche Entſtehungen angeſehen werden. Eine von dieſen Inſeln, die den Nahmen Stromboli führt, wirft faſt unaufhörlich glühende Materien aus. In Italien gibt

*) Collect. academ. Part. franç. T. VI. p. 489.

gibt es außer dem Veſuv auch noch die bekannte Solfatara, ein Feld auf einer Anhöhe von 1400 Fuß Länge und 900 Fuß Breite, deſſen Grund hohl und mit lockerer weißer Erde bedeckt iſt, aus welcher an vielen Stellen ein ſchweflichter Dampf aufſteigt, der blaue Pflanzenfarben in rothe verwandelt. Ehedem müſſen aber noch weit mehrere ſolcher Berge in Italien geweſen ſeyn; denn man trifft faſt überall in dieſem Lande Spuren von verſchiedenen Vulkanen an. Die ganze Küſte von Campania zeigt Ueberreſte von ſolchen Bergen. Man kann alſo ohne Uebertreibung behaupten, daß alle Gegenden von Siena bis über Neapel hinaus, d. h. auf einer Fläche von ungefähr 80 franzöſiſchen Meilen, Herde von unterirdiſchen Feuern geweſen ſind. Auch im venetianiſchen und paduaniſchen Gebiethe trifft man einen Raum von 15 franzöſiſchen Meilen Spuren von ehemahligen Vulkanen an, welche ſich unter dem Meere befunden zu haben ſcheinen, und von welchen der Berg Georgignano, der St. Lucas, der Monte roſſe zu Padua, und der Teufelsſtein zu Verona die vorzüglichſten ſind; überhaupt aber ſcheint dieſer ganze Theil von Italien durch Vulkane ſehr umgeändert worden zu ſeyn. Faſt alle Sümpfe im Großherzogthum Toſcana enthalten warmes Waſſer, und geben ſchwefelſaure Dämpfe und Schwefelleberluft von ſich.

Im mittägigen Frankreich, in der Provence, in Ollculle, in Frejus u. ſ. w. trifft man ebenfalls ungemein viele Spuren von verloſchenen Vulkanen an, und eben dieß iſt auch in den Sevennen, zu Rohemaure, Coiron, la Coupe, la Puy u. ſ. der Fall. Dieſe Berge, die ehemahls gebrannt haben, ſtehen mit den ebenfalls verloſchenen Vulkanen in Auvergne, von welchen beſonders der Cankal, der Mont d'Or, der Puy-de-Dome u. ſ. bekannt ſind, in Verbindung. Guettard α), Monnet β) und Faujas de Fond γ) haben dieß außer Zweifel geſetzt.

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc de Paris 1752.

β) Sur les reſtes des montagnes volcaniques en Auvergne in *Rozier* journal de phyſique. Juill. 1774.

γ) Recherches ſur les Volcans, éteints du Vicarois et du Velay. Paris 1778. Fol. Herrn de la Lande Auszug daraus überſ. in den Leipz. Samml. zur Phyſik und Naturgeſch. B. II. St. 1. S. 72. f.

geſetzt. Dieſe Vulkane breiten ſich bis in die Landſchaft Forez, in welcher ſich der Mont-Briſon findet, der ebenfalls ehedem Feuer ausgeſpien hat, und ſelbſt bis in das Herzogthum Burgund, wo an der Seite von Autun ein verloſchener Vulkan iſt, aus.

Das Alpengebirge zeigt gar keine Ueberreſte von Vulkanen, aber an der Seite des Breisgaus, und weiterhin am Rhein bis nach Bonn wird man mehrere verloſchene feuerſpeyende Berge gewahr. Auch bey Frankfurt am Mayn, in der Landgrafſchaft Heſſen, bey Göttingen in Niederſachſen, bey Lakan in der Oberlauſitz, in Stolpen bey Dresden und an andern Orten in Churſachſen, bey Liegnitz in Schleſien, in Böhmen, in Ungarn, in Dalmatien u. ſ. trifft man verſchiedene Vulkane an, welche ſich zum Theil ſehr weit ausbreiten. Im ganzen griechiſchen Archipel ſind ehedem viel unterirdiſche Feuer geweſen, und mehrere Inſeln z. B. Delos, haben denſelben ihr Daſeyn zu danken. Plinius *) nennt mehrere Inſeln, die durch Erdbeben hervorgebracht, und andere, welche durch eben dieſe Urſache zerſtört worden ſind. Auch erzählt er, daß das Meer das Land weggeriſſen habe, durch welches Sicilien und Italien getrennt war. Seneca berichtet, daß zu ſeiner Zeit die Inſel Theraſia auf dem mittelländiſchen Meere, die jetzt Santorin heißt, nach einem Erdbeben mitten aus dem Waſſer empor geſtiegen ſey. Dieſe Inſel iſt ſeit dieſer Zeit oft Erderſchütterungen ausgeſetzt geweſen, und dieſe haben einige Mahl zur Vermehrung, einige Mahl aber zur Verminderung des feſten Landes derſelben Gelegenheit gegeben.

Die Küſten von Syrien ſind durch heftige Erdbeben oft zerſtört und verändert worden; Poſidonius erzählt, daß ein Theil der Stadt Seidon oder Sayd in Aſien durch ein Erdbeben eingeſtürzt worden iſt. In der Gegend von Babylon kommt ſehr vieles weiches Judenpech vor, und dieſe Erſcheinung zeigt deutlich, daß es hier unterirdiſche Feuer gibt; auch im todten Meere und in der Nachbarſchaft desſelben

*) Hiſtor. natural. Lib. II.

ſelben trifft man viel dergleichen Pech an. Bey dem Gebirge Taurus in Aſien iſt ein Berg, Albur genannt, der oft Flammen auswirft; in eben dieſer Gegend ſind auch noch andere Berge, unter welche der Arath gehört, die ehedem Feuer ausgeſpien haben.

Im nördlichen Theile von China ſind auch feuerſpeyende Berge; mehrere Reiſende verſichern, daß verſchiedene Provinzen dieſes Reichs durch öftere Erdbeben mehr oder weniger zerſtört worden ſind. Die berühmteſten feuerſpeyenden Berge aber, die ſich in dieſen Gegenden finden, ſind die zu Kamtſchatka, unter welchen ſich vorzüglich drey, der Awatcha, der Talbatſchick und ein dritter, der noch höher iſt als jene, auszeichnen. Der Awatcha warf im Sommer 1737. glühende Materien aus, und am 6ten October desſelben Jahres ſtellte ſich in dieſer Gegend ein Erdbeben ein, durch welches dieſelbe faſt gänzlich zerſtört wurde, das Meer zog ſich zwey Mahl zurück, und nohm eben ſo oft ſeine erſte Stelle wieder ein; bey einer dritten ſehr gewaltſamen Erſchütterung ſtieg es auf 200 Fuß empor.

In Japan ſind theils im Innern dieſes Landes, theils auf kleinen benachbarten Inſeln, acht oder wohl noch mehrere Vulkane, von welchen einige verloſchen ſind. Dieſes Land iſt zuweilen Erderſchütterungen ausgeſetzt, die ungemein heftig ſind; ſo war im Jahre 1703. ein Erdbeben, durch welches die Stadt Jeddo zerſtört und über 200000 Menſchen getödtet wurden.

Auf den marianiſchen Inſeln iſt ein berühmter Vulkan, den die Einwohner Griga nennen; die philippiniſchen Inſeln haben ebenfalls mehrere ſolche Berge, und man weiß auch, daß Erdbeben auf dieſen letzten Inſeln keine ſeltene Erſcheinungen ſind. Die Inſel Formoſa iſt nicht weniger heftigen Erderſchütterungen ausgeſetzt, und es befinden ſich beſonders unter dem Meere, das dieſe Inſel umgibt, ſehr viele Feuer; im Jahre 1782. ward dieſes Meer ſo heftig bewegt, daß das Waſſer auf die Inſel trat und über ſelbige hinfloß. Der indianiſche Archipel wird ſehr oft durch unterirdiſche

irdiſche Feuer in Bewegung geſetzt. Auf der Inſel Banda iſt ein berühmter feuerſpeyender Berg; auch gibt es auf derſelben mehrere warme Quellen, welche deutlich zu erkennen geben, daß es hier nicht an unterirdiſchem Feuer mangelt. Die Inſel Ternata hat gleichfalls einen ſehr anſehnlichen Vulkan, und auf Java iſt bey Panaracan ein ähnlicher Berg, der ſehr viel Feuer ausſpeyet. Mitten auf der Inſel Sorca, welche eine von den molukkiſchen Inſeln iſt, war ehedem ein ſehr großer Vulkan, der im Jahre 1693. auf eine fürchterliche Art tobte, und ſehr viele glühende Materien auswarf; ſeit der Zeit iſt er aber nie wieder in Entzündung gerathen, und er ſcheint daher ganz verloſchen zu ſeyn *).

Cook und Forſter ſind am 5. Aug. 1774. Augenzeugen des Ausbruchs eines Vulkans auf der Inſel Tanna, die unter die neuen Hebriden gehört, geweſen; die Inſel Bourbon hat ebenfalls einen berühmten Berg dieſer Art, und auf der Inſel Madagaſcar gibt es viele warme Quellen, die, wie man weiß, Zeugen unterirdiſcher Feuer ſind.

Amerika iſt vorzüglich reichlich mit Vulkanen verſehen; ſo iſt z. B. ein ſolcher Berg zu Mexico bey Tlaskala, und ein anderer an der Hondurasbay nahe bey Guatimala; auch zu Colima, zu Orizava bey Vera-Crux; ferner über dem Südmeere zu Rialejo bey Amapalla, und auf der Inſel Nicaragua hat man dergleichen Berge entdeckt, die zum Theil ſchon lange gebrannt haben mögen. Auf der Inſel Grenada iſt bey Tocayma ein Vulkan; auch Jamaica hat einen ſolchen Berg, und eben dieß gilt von Guadeloupe; die antilliſchen Inſeln ſind oft heftigen Erderſchütterungen ausgeſetzt. Peru hat ſehr viele Vulkane, die zum Theil verloſchen ſind, zum Theil noch brennen; die vorzüglichſten von den letztern ſind der Arequiba, der Pichincha, der Catopari, und der Sangay. Unter den verloſchenen Vulkanen, mit welchen dieſes Gebirge angefüllt iſt, zeichnet ſich der Chimboraço beſonders aus. Die Inſeln des mexicaniſchen Meerbuſens, ferner die

azori-

*) S. Lulofs Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel. A. d. Holl. durch Kästner. Altenb. 1755. 4. §. 233.

azoriſchen und kanariſchen Inſeln, auch Madera und die Inſeln des grünen Vorgebirges ſind ſehr oft den nachtheiligen Wirkungen, die unterirdiſche Feuer hervorbringen, ausgeſetzt; die kanariſchen Inſeln haben drey berühmte Vulkane, einen auf Teneriffa, einen andern auf der Inſel Ferro, und einen dritten auf der Inſel Palma, und auf dem grünen Vorgebirge iſt auf der Inſel del Fuego ein ähnlicher Berg, der oft durch ſeine Ausbrüche Schrecken um ſich her verbreitet. An der Seite von Fez findet ſich eine Höhle, die faſt immer Rauch und zuweilen auch Flamme von ſich gibt. Die Bewohner dieſer Gegend haben dieſe Höhle Beniguazeval genannt. Zu Conilla bey Cadix ſind an mehreren Orten unterirdiſche Feuer, welche zur Entſtehung ſchön kryſtalliſirter Schwefelblumen Gelegenheit geben. Auch unter Liſſabon ſind dergleichen Feuer, wie das ſchreckliche Erdbeben beweiſt, durch welches dieſe Stadt im Jahre 1755. zerſtört ward, und in Spanien finden ſich viel verloſchene Vulkane.

Der nördliche Theil von Europa nährt nicht weniger, als der ſüdliche, viel unterirdiſche Feuer in ſeinem Schooße, die oft zu gefährlichen Ausbrüchen gekommen ſind. So findet man im Fürſtenthum Wallis, zu Cadairidris, in Irland, beſonders zu Antrim, in Schottland, auf den hebridiſchen Inſeln, zu Staffa u. ſ. viele verloſchene Vulkane, und Island zeigt uns faſt überall theils Ueberbleibſel von ſolchen Bergen, theils noch jetzt brennende Vulkane, unter welchen der Hekla und der Katlegiaa die berühmteſten ſind; ja man kann vielleicht nicht ohne Grund behaupten, daß der größte Theil dieſer Inſel ſein Daſeyn ſolchen unterirdiſchen Feuern zu verdanken hat *).

Mehrere von den bisher angeführten vulkaniſchen Bergen ſind zwar verloſchen, allein man kann auch nicht zweifeln, daß einige derſelben immer noch ganz ruhig und ſtill brennen, und daß es ihnen, um Ausbrüche zu veranlaſſen, nur an Waſſer

*) S. Olaffens und Povelſens Reiſe nach Island. Kopenh. u. Leipz. 1774. 4.

Waſſer oder einem andern hierzu ſchicklichen Mittel fehlt; denn man findet bey mehreren ſolchen Bergen, z. B. bey der ſo genannten Coupe in Vivarais, Schwefelſäure, die ununterbrochen ausdunſtet, oder, wie bey dem Puy-de-Dome, flüſſiges Erdharz, und dieſe Produkte beweiſen, daß es dieſen Bergen noch nicht an Brennmaterialien mangelt. Uebrigens gibt es gewiß auch viele unterirdiſche Feuer, von deren Daſeyn wir gar keine Kenntniß haben.

Von den Feuern, die ſich unter dem Meere finden, ſind wir noch weniger unterrichtet, als von jenen; es ſcheint aber, daß ihre Anzahl größer ſeyn möge, als man gemeiniglich glaubt. Man ſieht, daß die Inſel Delos, die vor 1700 Jahren aus dem Meere empor gehoben worden iſt, noch jetzt immer mit ſolchen Feuern kämpfen muß. Alle die Meere, welche die azoriſchen und kanariſchen Inſeln und das grüne Vorgebirge umgeben, ſcheinen ähnliche Feuer unter ſich zu haben, und eben dieß muß man auch von den Meeren behaupten, welche an Jamaica, an Guadeloupe, an Java, Ternate, Banda, Formata, an die verſchiedenen japaniſchen und marianiſchen Inſeln, an die neuen Hebriden u. ſ. angränzen. Indeſſen ſind noch nicht Beobachtungen genug angeſtellt worden, um alle die Orte, wo ſich dergleichen Feuer unter dem Meere finden, angeben zu können.

Man trifft in allen Arten von Erd- oder Gebirgslagen Schlünde von Vulkanen an; die des Mont d'Or und des Puy-de-Dome, z. B. ſind in urſprünglichen, und die bey Cairon in kalkartigen Gebirgen; doch ſcheinen die meiſten vulkaniſchen Gebirge einzig und allein aus vulkaniſchen Materien gebildet zu ſeyn.

Man kann leicht denken, daß eine eben ſo wichtige als fürchtbare Erſcheinung der Natur Veranlaſſung gab, die Urſache ihrer Entſtehung bald aufzuſuchen. Die ältern Naturforſcher glaubten, ſie ſey die Wirkung eines mitten im Kerne der Erdkugel immerwährenden brennenden Feuers, welches aus den Ritzen und Spalten hervordringe. M. ſ. Centralfeuer. In der Folge erkannte man aber, daß dieſe grobe

Vor-

Vorſtellung des unterirdiſchen Feuers bey weiten nicht zureiche, die vulkaniſchen Phänomene zu erklären. Da aber doch das unterirdiſche Feuer die nächſten Urſachen der Ausbrüche ſind, ſo ſahe man ſich genöthigt, daſſelbe näher an die Oberfläche der Erde zu ſetzen, und von ſeiner Entſtehung und Fortſetzung die nähern Urſachen aufzuſuchen. Es war dabey nun nicht ſchwer, auf Entzündungen, welche von ſelbſt erfolgen, zu verfallen; allein es waren damahls noch wenige Erſcheinungen dieſer Art bekannt.

Erſt Martin Liſter *) kam auf den Gedanken, die Vulkane, Erdbeben und Gewitter aus den entzündeten Dämpfen der Schwefelkieſe herzuleiten. Dieſe Dämpfe hielt er für wahren Schwefel, welche die Fähigkeit beſäßen, durch Reiben oder Vermiſchung anderer Subſtanzen ſich von ſelbſt zu entzünden. Die Selbſtentzündung hielt er nicht einmahl zur Erklärung der Vulkane für nöthig, weil er der Meinung war, daß dieſe noch von der Schöpfung her unaufhörlich fortbrennten.

Liſter's Gedanke erhielt durch den ältern Lemery β) ein unerwartetes Licht. Er ſtellte folgenden Verſuch an, der in der Phyſik ungemein berühmt geworden iſt. Er miſchte gepulverten Schwefel mit Eiſenfeile zu gleichen Theilen, und knetete die Maſſe mit eben ſo vielem Waſſer zu einem Teige. Aus dieſer Miſchung ſtieg ſogleich ein ſchweflichter Geruch auf, und etwa nach 3 Stunden erhitzte ſie ſich, ward ſchwarz, ſchwoll auf, erhärtete an der Oberfläche, bekam Riſſe, und verbreitete durch dieſe brennende Dämpfe, welche bey der Berührung der Luft in Flamme ausbrachen. Nachher vermiſchte Lemery 25 Pfund von jeder Materie zuſammen, that dieſe Miſchung zur Sommerszeit in einen Topf, den er mit Leinwand bedeckte, vergrub ihn, und that ein Fuß hoch Erde darüber. Einige Zeit darnach ward die Erde warm, erhob ſich, bekam Riſſe, aus welchen heiße Schwe-

*) The cauſe of the Earth-quakes and Volcano's in Philoſoph. Tranſact. n. 157. p. 512.

β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris, an. 1700.

feldämpfe hervorbrachen, und zuletzt eine Flamme, welche ſchwarzes und gelbes Pulver umher warf. Dieſer Verſuch ſtellte gleichſam einen klaren Vulkan vor. Lemery fand, daß bey allen feuerſpeyenden Bergen Schwefel und Eiſentheile angetroffen werden, und es war ihm daher um ſo weniger zweifelhaft, daß die Vulkane auf dieſe Art entſtehen müßten. Nur der einzige Umſtand ſchien ihm ſchwierig, wie die Luft, welche bey der Selbſtentzündung Bedingung ſey, ſo tief in die Erde kommen könne. Er glaubte aber dieſe Schwierigkeit ſo zu heben, daß es in der Erde, beſonders in den warmen Ländern, wo dergleichen Erſcheinungen gewöhnlich zu Hauſe ſind, eine Menge verborgener Gänge und Klüfte gebe, in welche durch die Spalten, die durch die Einwirkung der großen Sonnenwärme an verſchiedenen Orten entſtänden, die Luft eindringen könnte.

Lemery's Verſuch iſt nach der Zeit mit gleichem Erfolge vielfältig wiederhohlt worden, und man hat ſeit dieſer Zeit faſt allgemein angenommen, daß die Entſtehung der Vulkane wirklich ſo erfolge. So richtig es aber auch iſt, daß durch die Verwitterung der Schwefelkieſe bey hinreichendem Zutritte der Luft und des Waſſers Selbſtentzündungen entſtehen können; ſo ſcheinen doch dieſe Kieſe bey weiten nicht hinreichend zu ſeyn, die unterirdiſchen Feuer eine lange Reihe von Jahrhunderten zu unterhalten. Es gibt keinen Vulkan, in welchem ſich nicht Salmiak und Erdöhl befände; es läßt ſich alſo mit der größten Wahrſcheinlichkeit behaupten, daß Steinkohlen, Torf oder unterirdiſche Hölzer, in welchen ſich Schwefelkies erzeugt hat, die eigentlichen Nahrungsmittel des Feuers der Vulkane ſind. Indeſſen ſcheint der Umſtand, daß man in allen Arten der Gebirge Vulkane antrifft, dieſer Meinung nicht recht günſtig zu ſeyn. Wirklich gibt es auch in oder nahe bey urſprünglichen Gebirgen, in welchen doch nie Erdharze, Torf oder bituminöſe Hölzer vorkommen, unterirdiſche Feuer, und dieſe Erſcheinung ſcheint alſo jener Behauptung zu widerſprechen. Allein dieſer Widerſpruch iſt nur ſcheinbar, und läßt ſich leicht heben.

Die

Die Steinkohlenſchichten finden ſich zwar immer in Gebirgen von zweyter Entſtehung, doch hängen ſie ſehr oft unmittelbar mit urſprünglichen Gebirgslagen zuſammen; das Feuer brennt aber eigentlich nicht in dieſen, ſondern in jenen Gebirgslagen. Nimmt man nun an, daß hinzukommende Waſſerſtröme Erſchütterungen und Auswürfe zu Wege bringen, ſo wird ſich ein Schlund der Länge nach an den Granitbergen bilden, das Geſtein dieſes letztern wird vom Feuer angegriffen werden, und zum Theil auf den Herd des Vulkans herabſtürzen; es wird alſo ſcheinen, als wenn ſich der Schlund in der Mitte des Granitberges ſelbſt befände. Auf dieſe Art hat ſich wirklich ein Schlund in einem Granitberge bey Creuzot gebildet, und es iſt kein Zweifel, daß viele andere Vulkane, die ſich in ſolchen Gebirgen finden, auf eben dieſe Weiſe ihr Daſeyn in denſelben erhalten haben, und daß der eigentliche Herd eines feuerſpeyenden Berges nicht in Granit zu ſuchen ſey. Der Aetna z. B. lehnt ſich an der Nordſeite an Granitberge, und auf der Mittagsſeite an Kalkberge an; man kann alſo verſichert ſeyn, daß der Feuerherd desſelben ſeinen Sitz in den erdharzigen Subſtanzen, die in der Mitte zwiſchen dieſen beyden Gebirgen liegen und wahrſcheinlich in Schieferſchichten, habe. Die Ausbrüche haben Gelegenheit gegeben, daß ſich der Schlund in dieſem Raume zwiſchen jenen Gebirgen gebildet hat, von welchen nach und nach wechſelsweiſe oder auch zu gleicher Zeit immer mehr Stücken auf den Herd des Vulkans herabgefallen ſeyn werden. Bey dem Veſuv, auf den aeoliſchen Inſeln u. ſ. f. trifft man ebenfalls ſehr oft auf der einen Seite der Vulkane urſprüngliches, und auf der andern ſpäter entſtandenes Gebirge an.

Man könnte vielleicht noch einen andern Einwurf wider dieſe Meinung von dem ſtarken Geruche nach Schwefelſäure, den der Rauch der Vulkane verbreitet, hernehmen, und man könnte aus dieſer Erſcheinung folgern, daß das Feuer bloß durch Schwefelkies erhalten werde. Allein die Steinkohlen

haben faſt immer viel Schwefelkies in ſich, und dieſer wird die Urſache jenes Geruchs ſeyn.

Man kann alſo wohl nicht zweifeln, daß die eigentlichen Nahrungsmittel der Feuer der Vulkane, Erdharze und Schwefelkieſe ſind; denn außer dieſen Subſtanzen, gibt es, wie bekannt, keine verbrennlichen Körper im Schooße der Erde. Man kennt ſehr viele Steinkohlengruben, welche ſich von ſelbſt entzündet haben *). Daß dergleichen Flöze zu vulkaniſchen Ausbrüchen Gelegenheit geben, und lange Zeit unterhalten können, iſt beſonders vom Herrn Werner †) in Freyberg dargethan worden.

Der Schwefel und die Schwefelſäure, die man in beträchtlicher Menge bey den Vulkanen antrifft, beweiſen deutlich, daß es an ſolchen Orten Schwefelkies gibt. Aus dem Schlunde des Piks von Teneriffa fließt ſehr viel Schwefel hervor, ſo daß man leicht eine anſehnliche Menge davon auf dem Schnee, mit welchem der Berg bedeckt iſt, ſammeln kann; auch an der Solfatara, am Fuße des Aetna, in der Gegend um den Hekla herum u. ſ. f. findet man ſehr viel Schwefel.

Das Daſeyn erdharziger Subſtanzen in den Vulkanen iſt eben ſo wenig zweifelhaft, als das des Schwefels; denn man trifft in denſelben viel Salmiak und flüchtiges Laugenſalz an: dieſes letztere kann aber nirgends anders als von zerſetzten erdharzigen Subſtanzen, abſtammen; denn die Steinkohlen geben, ſo wie der Torf, bey der trocknen Deſtillation dergleichen Laugenſalz; aus den Kieſen hingegen kann man kein ſolches Alkali darſtellen. Wenn ſich nun dieſes Salz mit Kochſalzſäure, die wohl am gewöhnlichſten vom Meer-

*) Zuverläſſige Nachricht von dem unterirdiſchen Feuer der Steinkohlengebirge in Planitz, nebſt den Mitteln, welche zu deſſen Dämpfung in vorigen und neuerlichen Zeiten angewendet worden ſind. Herausgegeben von C. F. Koch. Leipz. u. Zwickau, 1768 8.

†) Verſuch über die Entſtehung der Vulkane durch Entzündung mächtiger Steinkohlenflöze, als Beytrag zur Geſchichte des Baſalts, in Höpfners Magazin für die Naturgeſchichte Helvetiens. B. IV.

Meerwaſſer dargereicht werden mag, verbindet, ſo entſteht Salmiak.

Der dicke Rauch, der aus den Schlünden der feuerſpeyenden Berge empor ſteigt, iſt demjenigen ganz ähnlich, den brennende erdharzige Materien von ſich geben; er ſieht ſchwarz aus, ſteigt bis zu einer gewiſſen Höhe, und fällt dann wieder auf ſich ſelbſt zurück; manchmahl, beſonders wenn die Ausbrüche der Vulkane ſehr heftig ſind, zeigt ſich aber auch dieſer Rauch unter der Geſtalt weißer Flocken; dieſe Erſcheinung gewährt er dann, wenn er ſich ſchon wirklich entzündet hat, oder ſo eben zu brennen anfangen will. Aus allen Vulkanen erhebt ſich ein mehr oder weniger ſchwarzer Rauch, und dieſem folgen gemeiniglich bald Flammen nach. Die Flammen ſcheinen zum Theil dem dicken erdharzigen Rauche, der ſich dann, wenn die Hitze ſtärker wird, entzündet, zum Theil aber der entbundenen brennbaren Luft zu zuſchreiben zu ſeyn. Auch behauptet man, daß oft auf dem Meere, in deſſen Nähe Vulkane ſind, nach vorhergegangenen ſtarken Auswürfen derſelben, Erdöhl ſchwimmend angetroffen würde; ſo viel iſt gewiß, daß mehrere Steine, die ſolche Berge ausſpeyen, gleichſam mit einer öhligen Materie überzogen ſind, die viel Aehnlichkeit mit einem flüſſigen Erdharze hat.

Dieſe Erſcheinungen beſtätigen alſo die Meinung, daß das Feuer der Vulkane durch erdharzige Subſtanzen unterhalten wird; überdieß hat man auch an den Seiten mehrerer ſolcher Berge Steinkohlenſchichten entdeckt, und dieſe Beobachtung iſt faſt noch mehr, als jene Erſcheinungen, geſchickt, die Behauptung zu rechtfertigen. So iſt z. B. am Aetna eine Steinkohlengrube, und Herr Denon verſichert, daß man faſt überall an den Küſten Siciliens auf dem Meerwaſſer flüſſiges Erdharz antrifft. Der Georgignano hat ſehr gute Steinkohlen in ſich, die man gräbt und zu Tage fördert. Die Gegend um den Puy-de-Dome liefert viel weiches Judenpech; Herr von Troil *) hat auf dem Hekla gegra-

*) Hiſtoire d'Island.

benes Holz und Schiefer, der mit Pflanzenabdrücken verſehen war, gefunden. Kurz, es wird nur wenig brennende, oder verloſchene Vulkane geben, in deren Nähe man nicht Spuren von Erdpech, oder von gegrabenem Holze antreffen ſollte.

Die größte Schwierigkeit, die man ſonſt bey den Vulkanen, beſonders bey denjenigen, die unter dem Meere ſich befinden, fand, war dieſe, daß man nicht zu erklären wußte, wie ſie brennen könnten, ohne eine Gemeinſchaft mit der äußern Luft zu haben. Es hat aber die Chemie gezeigt, daß mehrere metalliſche Kalke, z. B. die Kalke des Braunſteins, des Eiſens u. ſ. f. viel reine Luft aus ſich entwickeln, und dieſe Luft wird zur Unterhaltung jenes Feuers hinreichend ſeyn. Auch ſelbſt das Waſſer wird hierbey zerſetzt, und zum Theil in Luft verwandelt, ſo daß das Feuer auf eine hinlängliche Art unterhalten werden kann. Es iſt aber in allen Vulkanen Waſſer, und es kann folglich auch auf ſolche Art eine Entzündung und Verbrennung vor ſich gehen, obgleich die freye Luft keinen Zutritt zu den brennbaren Subſtanzen hat. Dieſe Erklärung ſcheint um ſo mehr gegründet zu ſeyn, da, wie man weiß, die Steinkohlen ſelbſt im Waſſer brennen. Die Feuer unter dem Meere können ſich folglich bis zu dem Augenblicke, da etwa ein kleinerer oder größerer Theil der brennenden Materien mit Waſſer in unmittelbare Berührung kommen wird, erhalten; denn man muß annehmen, daß gewöhnlicher Weiſe das Waſſer nicht bis zu denſelben dringt; von Zeit zu Zeit aber entſtehen Riſſe, durch welche das Waſſer in den Feuerherd ſelbſt übergehen kann, und wenn dieß der Fall iſt, ſo wird dann eine lebhafte Bewegung und ein Ausbruch erfolgen. Wenn aber endlich das Waſſer in zu großer Menge auf dieſen Herd hinfließt, ſo wird es zuverläſſig das Feuer erſticken.

Auch trägt es ſich oft zu, daß äußere Luft in das Innere eines Vulkans hineindringt; denn gewöhnlich haben die Schlünde ſolcher Berge mehrere Luftlöcher, durch welche Rauch davon geht; durch ſolche Oeffnungen kann aber ohne Zweifel Licht in den Schlund gelangen; es wird nähmlich, indem

indem durch eine ſolche Oeffnung Dünſte entweichen, eine augenblickliche Leere in dem Vulkan entſtehen, und die äußere Luft wird ſich alſo gleich durch eine andere Oeffnung in denſelben ſtürzen; ſo muß alſo immer eine Art von Luftzug in dem Innern des Vulkans Statt finden.

Ueberdieß kann auch eine Verbrennung ohne allen Zutritt einer gewiſſen Menge atmoſphäriſcher Luft erfolgen. Dieſe Wahrheit haben beſonders die Herrn **Deiman, Paets van Trooſtwyk, Bondt, Niewland** und **van Laurenburg** erwieſen, und durch Verſuche beſtätigt *). Dieſe machten ſich Gemiſche, die den Kieſen ähnlich waren, und entzündeten dieſelben ſo wohl in unreiner, als auch in fixer Luft und in andern Gasarten, ja auch unter Queckſilber, und ſie trafen hierbey eine ſolche Veranſtaltung, daß keine atmoſphäriſche Luft zu ihren Gemengen kommen konnte. Die Gemiſche, die ſie zu dieſen Verſuchen gewählt hatten, beſtanden theils aus Kupfer und Schwefel, theils aus Eiſen, Zink, Zinn, Bley, Silber, oder einem andern Metalle und Schwefel; ſie erhitzten ſie dann nach und nach, und ſo wurden ſie die erwähnte Erſcheinung gewahr. Alle dieſe Miſchungen ſind aber künſtliche Kieſe, und man kann alſo folgern, daß, wie ſich dieſe ohne freyen Zutritt einer reinen Luft entzündet haben, auch die natürlichen aus Schwefel, Eiſen und am öfterſten auch aus etwas Kupfer zuſammengeſetzten Kieſe, die in den Steinkohlen einbrechen, ſich auf ähnliche Art in den Eingeweiden der Erde, ohne daß irgend eine Luftart dazu kommt, entzünden können.

Ueberdieß iſt es auch ſehr wahrſcheinlich, daß nicht allemahl eine merkliche Verbrennung im Innern der Vulkane Statt findet; vielmehr ſcheinen die Materien bloß erhitzt zu werden, wobey ſich elaſtiſche Flüſſigkeiten entwickeln, die ſich nur dann erſt entzünden, wenn ſie mit der atmoſpäriſchen Luft in Berührung kommen. Aus dieſer Urſache ſieht man auch die Flamme dann erſt aus dem Berge empor ſteigen,

 und

*) Journal de phyſique, 1794. 5 Cahier.

und ſich manchmahl bis zu einer außerordentlichen Höhe erheben.

Die Herde der Vulkane ſcheinen mit einander in Verbindung zu ſtehen. Der Veſuv z. B. und die Solfatara gewähren, in Rückſicht auf ihre Auswürfe, Erſcheinungen, welche anzeigen, daß dieſe Berge oder ihre Herde mit einander verbunden ſind; denn immer, wenn das Feuer des erſtern jener Berge ſtärker wird, nimmt auch das Feuer des letztern an Heftigkeit zu. Mit einigen Vulkanen auf den aeoliſchen Inſeln ſcheint es dieſelbe Bewandniß zu haben, und man hat ſogar einigen Grund zu glauben, daß die unterirdiſchen Feuer mit dem Aetna Gemeinſchaft haben; denn der letztere Berg hat oft mit jenen zugleich glühende Materien ausgeworfen. Indeſſen hat man noch nicht genug Beobachtungen gemacht, um über dieſen Zuſammenhang mit voller Zuverſicht entſcheiden zu können.

Auch ſcheint es, daß der Aetna mit den unterirdiſchen Brennmaterialien, die ſich in Calabrien finden, in Gemeinſchaft ſtehe; denn an den ſchrecklichen Erſchütterungen, welchen dieſes Land im Jahre 1783. ausgeſetzt war, hatte dieſer Vulkan aller Wahrſcheinlichkeit nach viel Antheil.

Ob aber die ſehr weit von einander entfernten Vulkane unter einander in Verbindung ſtehen, iſt nicht ausgemacht. So viel iſt aber gewiß, daß die ſehr heftigen Ausbrüche der Vulkane Stöße und Erſchütterungen zuwege bringen, die ſich außerordentlich weit erſtrecken. So ward z. B. am 1ſten Nov. 1755. durch das ſchreckliche Erdbeben zu Liſſabon, ganz Portugal erſchüttert und in Bewegung verſetzt, ſo daß mehrere Berge zerborſten, und mehrere Gewäſſer aus ihren Ufern traten und Ueberſchwemmungen verurſachten. Cadix, Gibraltar, Grenada, Sevilla, Madrid u. ſ. waren zugleich mehr oder weniger Erſchütterungen ausgeſetzt, in mehreren Städten in der Barbarey, z. B. in Marocco, Mequinez, Tanger u. ſ. f. wurden ähnliche Bewegungen verſpürt, und das Meer ſtieg ſehr über die Küſte empor; Madera wurde ebenfalls erſchüttert, und auch die ganze Provence und ein Theil Frank-

reichs

reichs gerieth in Bewegung; ſelbſt im Genferſee und in andern Seen in der Schweiz bemerkte man ſonſt ungewöhnliche Erſcheinungen; denn das Waſſer trat in dieſen Seen empor, und bewegte ſich ſtark. In Mayland und in andern italiäniſchen Städten, ferner in Bayern, in Schwaben, in Franken, in Holland, und an den Küſten von England, Norwegen, Schweden und Island, und ſogar nach Grönland hin, ſpürte man an demſelbigen Tage heftige Erſchütterungen; und ähnliche Stöße empfand man über 6 Monathe hindurch in verſchiedenen Theilen von Europa *).

Aus dieſen Beobachtungen erhellet, daß ſich in ganz Europa und in einem Theile von Afrika bis nach Madera hin an ein und demſelben Tage eine heftige Erſchütterung äußerte. Indeſſen ſcheint dieſe bloß die Wirkung einer mechaniſchen Urſache geweſen zu ſeyn, indem ſich die Stöße nur vermittelſt der Spalten und Riſſe fortgepflanzt haben; man kann alſo hieraus nicht ſchließen, daß die verſchiedenen Herde der Vulkane oder der unterirdiſchen Feuer unter einander in Verbindung ſtehen.

Was die Tiefe der Herde der Vulkane unter der Oberfläche der Erde betrifft, ſo iſt dieſe ohne Zweifel unendlich verſchieden. Unter dem Meere haben gewiß die Vulkane ihren Sitz zuweilen in einer beträchtlichen Tiefe; denn als ſich im Jahre 1720. nach dem Ausbruche eines Vulkans bey Tercera eine neue Inſel gebildet hatte, ſo fand man an dieſem Orte ſelbſt in der Tiefe von 60 Klaftern noch keinen Grund. Es war alſo dieſer Vulkan ſehr tief unter dem Meere.

Die gewaltſamen Wirkungen, welche gewöhnlich bey den Ausbrüchen der Vulkane Statt finden, hängen theils von dem in der Geſtalt des Dampfes verwandelten Waſſers, theils von der Luft ab. Wenn das Waſſer auf den Herd des Vulkans kommt, ſo wird es augenblicklich in Dampf verwandelt; dieſer Dampf dehnt ſich vermöge ſeiner expanſiven Kraft aus. Iſt der Vulkan offen, und beſitzt einen Schlund, ſo kann der Auswurf leicht vor ſich gehen, und der Berg wird folglich

*) Collection academique. T. VI.

folglich verſchiedene Materien, vulkaniſche Aſche, kleinere Steine, und manchmahl auch ziemlich große Steinmaſſen, ausſpeyen, und ſie bis zu einer ziemlichen Entfernung fortſchleudern. Eggert Olavſen verſichert, daß der Vulkan zu Katlegiaa in Island einen 290 Pfund ſchweren Stein 4 Stunden weit weggeſchleudert habe.

Wenn das Feuer ſehr heftig iſt, ſo wird es Alles, was in ſeinen Wirkungskreis kommt, in einen mehr oder weniger vollkommenen Fluß bringen, und die geſchmolzene Maſſe wird dann unter der Geſtalt einer Lava ausgeworfen werden. Wenn aber der Schlund mit dem Herde, auf welchem die Materien brennen und wallen, nicht im gehörigen Verhältniſſe ſteht, ſo werden die condenſirten Dämpfe außerordentliche, und alle Vorſtellung übertreffende, Wirkung äußern; ſie werden ein Getöſe, ein Krachen und Knallen verurſachen, das dem ganz gleich ſeyn wird, das man bey der Entladung der größten Feldſtücke hört; der Boden wird erſchüttert werden, der Berg wird einen neuen Schlund und eine neue Oeffnung bilden, aus welcher die Lava herausſtrömen wird; ſo bald dieß geſchehen iſt, wird der Berg zu toben aufhören, weil die Dämpfe nun frey entweichen können.

Ueberhaupt ſcheint es wohl ausgemacht zu ſeyn, daß es vorzüglich das Waſſer iſt, welches das meiſte zu den erſchrecklichen Erſcheinungen der Vulkane beyträgt. Die meiſten Berge dieſer Art befinden ſich in der Nähe eines Meeres, ſie ſaugen faſt immer zur Zeit des Ausbruchs Waſſer ein, und geben es auch wohl, wenn die Menge deſſelben anſehnlich iſt, zugleich mit andern Materien, die aus dem Meere gemeinſchaftlich mit dem Waſſer in den Vulkan übergegangen ſind, kochend von ſich. So erzählt Olavſen, daß die Vulkane auf Island bey einigen Ausbrüchen Waſſer ausgeſpien haben, das nach der Verdunſtung eine beträchtliche Menge Salz auf der Erde zurückgelaſſen hat; dieſe Erſcheinung beweiſt alſo deutlich, daß das Waſſer aus dem Meere in die feuerſpeyenden Berge gekommen war. Uebrigens werfen dieſe Berge faſt immer, wenn die Exploſion ſehr heftig iſt,

iſt, zugleich mit den übrigen Materien etwas Waſſer aus. Indeſſen iſt es das Meerwaſſer nicht allein, welches zu den Ausbrüchen der Vulkane Gelegenheit gibt; die Gewäſſer, die ſich an der Oberfläche der Erde aufhalten, können ebenfalls ſolche Wirkung veranlaſſen. Der Herr von Troil ſagt, das ſchnelle Vertrocknen kleiner Seen von ſüßem Waſſer, und ſelbſt einiger Bäche und Flüſſe, iſt ein Anzeichen eines nahe bevorſtehenden Ausbruchs eines Vulkans. Wenn große Vulkane toben und glühende Materien ausſpeyen, ſo iſt gemeiniglich der Lauf des Waſſers in den Flüſſen, die ſich in der Nähe derſelben befinden, mehr oder weniger gehemmt, und auch wohl auf eine kurze Zeit ganz unterbrochen. Dieſe Erſcheinung hat darin ihren Grund, daß ſich das Waſſer durch die entſtandenen Spalten oder Riſſe in den Feuerherd des Vulkans ergießt, und ſo zu den ſchrecklichen Bewegungen beyträgt.

Auch die Luft hat einen ſehr großen Einfluß auf die erſchrecklichen Wirkungen der Vulkane, und es gibt ſogar einige Vulkane, die bloß Luft von ſich geben. Der Makaluba in Sicilien gehört unter die berühmtern dieſer Art. Eine ſehr gute Beſchreibung von dieſem Berge hat Dolomieu *) gegeben. Der untere Theil dieſes Luftvulkans ſcheint aus Kalkſtein zu beſtehen, die obere Lage desſelben aber iſt Thon, der immer weich und feucht iſt. Dieſer Berg gibt ununterbrochen Luft von ſich, welche dieſen feuchten Thon empor hebt, und ſo eine Art von Wallen verurſacht, das dem Wallen des ſiedenden Waſſers gleicht. Dieſe Erſcheinung nimmt man an dieſem Berge nur alsdann gewahr, wenn er in ſeinem ruhigen Zuſtande iſt; manchmahl geräth er in heftige Bewegung, die Erſcheinungen werden fürchterlicher, und der Berg gleicht dann einem tobenden Vulkane. Ein ſolcher Ausbruch ereignete ſich am 30. Sept. 1777., an welchem Tage der Boden um dieſen Berg herum ſo lebhaft erſchüt-

*) Reiſen nach den lipariſchen Inſeln, a. d. Franz. überſ. von Lichtenberg. Leipz. 1783. S. 173. M. ſ. auch Wundererſcheinungen ins Licht geſetzt von Fr. Knoll. Langenſalze 1785. S. 83.

erſchüttert ward, daß ſich dieſe Wirkung drey italiäniſche Meilen weit erſtreckte; man hörte ein Geräuſch, das dem Krachen des ſtärkſten Donners gleich kam, es eröffnete ſich ein Schlund, der faſt 5 Ellen im Durchſchnitte hatte, aus welchem viel Schlamm und Waſſer mit ſolcher Heftigkeit hervordrang, daß dieſe Feuchtigkeit eine etwa 40 Ellen hohe Säule bildete. Dieſer Auswurf dauerte eine halbe Stunde, aber bald nach Beendigung deſſelben fing der Berg aufs neue zu toben an, und warf noch zu drey verſchiedenen Mahlen eine ähnliche Materie aus, die ſich dann ſo anhäufte, daß ſie auf dem Boden eine drey Ellen dicke Lage bildete, und die benachbarten Thäler ganz ausfüllte; ſie roch ſtark nach Schwefel.

Nach Dolomieu's Meinung muß man dieſen Erfolg von der Wirkung der Schwefelſäure des Thons auf den Kalk herleiten; indeſſen beweiſt der Schwefelgeruch, daß auch verwitternde Kieſe in dem Berge zugegen ſeyn, und zu jener Erſcheinung beytragen mußten.

Ueberhaupt aber ſpielt bey den feuerſpeyenden Bergen die Luft, zu deren Entwickelung verſchiedene Urſachen Gelegenheit geben, eine bedeutende Rolle. Es entbinden ſich immer aus den Kieſen, die verwittern, eine anſehnliche Menge luftartige Flüſſigkeiten, welche zwar größtentheils in entzündlichem Gas beſtehen, und alſo verbrennen; allein außer dieſer Luft geht auch Luftſäure, phlogiſtiſirtes Gas, atmoſphäriſche Luft u. ſ. aus dem Herde des Vulkans hervor. Alle Subſtanzen, die in Fluß kommen, und aus welchen dann die Laven entſtehen, geben ebenfalls viel Luft; die löcherigen Laven überzeugen uns von der Richtigkeit dieſer Behauptung, und es iſt überdieß eine bekannte Sache, daß alle eiſenhaltige Schiefer, alle eiſenſchüſſige Thone u. ſ. w., wenn man ſie ſchmilzt, ſich in löcherige Gläſer verwandeln, und viel Luft von ſich geben. Dieſe Luft wird in den geſchmolzenen und entzündeten Materien ein lebhaftes Brauſen hervorbringen, ſie wird gemeinſchaftlich mit den Dämpfen des Waſſers dieſe Materie bis an den oberſten Theil des Schlundes, der vielleicht eine Höhe von 1000 oder 2000 Toiſen hat, empor

heben,

heben, und die Lava wird alsdann aus der Oeffnung des Vulkans herausfließen.

Die ſonderbarſte Wirkung der unterirdiſchen Feuer beſteht in einigen vulkaniſchen Gegenden in der Hervorbringung ſiedender Quellen. Island iſt vorzüglich reichlich mit dergleichen Quellen verſehen, unter welchen der ſo genannte Geyſer beſonders berühmt iſt; das Waſſer dringt in anſehnlicher Menge aus der Erde hervor, und erhebt ſich mehr oder weniger hoch; der Geyſer zeichnet ſich in dieſer Rückſicht am meiſten aus; denn die Waſſermaſſe, die er von ſich gibt, hat beynahe 9 Fuß im Durchmeſſer, und ſteigt 92 Fuß hoch und zuweilen noch höher empor; auch hat ſie manchmahl Steine von ziemlicher Größe ausgeworfen. Das Waſſer fließt aber nicht ununterbrochen, ſondern abſatzweiſe ab und ſteigt nicht immer gleich hoch; der Abfluß iſt beſtändig mit einem ſtarken Geräuſche verbunden, das man nicht nur an der Quelle ſelbſt, ſondern auch in den benachbarten Bergen wahrnimmt. Das Waſſer ſtrömt nach ſolchem unterirdiſchen Getöſe, das dem Knallen großer Feldſtücke ähnlich iſt, und oft Erderſchütterungen veranlaßt, ſtärker hervor, nimmt aber gleich darauf wieder an Menge ab, oder verliert ſich ganz. Man ſagt, daß auf einem hohen Berge in Madagaskar eine ähnliche, aber noch ſtärkere, Quelle ſey; denn man könne ſie ſchon in einer Entfernung von 20 franzöſiſchen Meilen auf dem Meere ſehen.

Die Erſcheinungen, womit der Abfluß des ſiedheißen Waſſers aus den Quellen auf Island vergeſellſchaftet ſind, laſſen ſich ſehr leicht erklären. Das unterirdiſche Getöſe, das vor dem Abfluſſe des Waſſers vorhergeht, wird durch Dünſte oder durch Luftarten, die ſich entbinden, hervorgebracht; dieſe feinen Flüſſigkeiten entwickeln ſich in unterirdiſchen Riſſen und Spalten, oder dringen in dieſelben mit Heftigkeit ein, und bewirken ſo eine Erſchütterung der Wände derſelben, welche jenes Getöſe verurſacht. Dieſe Dünſte gelangen dann unter einen Behälter, worin Waſſer iſt, und treiben ſo dieſes aus ſeiner Stelle. Dieſe Behälter ſind wahr-

wahrſcheinlich Schlünde ehemahliger Vulkane, die jetzt aber verloſchen ſind. Das Waſſer wird mit großer Kraft in dieſen Schlünden, welche die Stelle einer Röhre vertreten, empor gehoben, und ſo zu Tage gebracht. Da aber dieſe Dünſte bald entweder in der Atmoſphäre zerſtreut, oder durch das Waſſer verdichtet werden, ſo kann die Quelle nicht lange fließen; ſie wird aber ſo oft aufs neue Waſſer darreichen, als jene Urſache wieder zu wirken anfängt. Dieſer Umſtand macht, daß das Waſſer nicht ununterbrochen hervorquillt.

Inzwiſchen können die Vulkane noch weit größere Wirkungen, als die bisher angeführten zu Stande bringen; ſie können ganze Berge empor heben und gleichſam ganze Inſeln ausſpeyen; ſie können aber auch andere Inſeln und Berge verſchlingen. Plato erzählt, daß Rhodis, Delos und 11 andere Inſeln aus dem Schoße des Meeres empor geſtiegen ſeyn. Einen ähnlichen Urſprung hat zu den Zeiten des Seneca die Inſel Santorin gehabt, und Plinius verſichert, daß kurze Zeit nach der Entſtehung des Eylandes noch eine andere Inſel nahe bey demſelben zum Vorſchein gekommen, und Santorin ſelbſt nach und nach größer geworden ſey. Im Jahre 1707. ſtellten ſich auf dieſer Inſel, die ihren Urſprung und ihre Vergrößerung Erdbeben verdankt, neue Erderſchütterungen ein, die 2 Monath lang anhielten, und in einigen Entfernungen neues feſtes Land zum Vorſchein brachten. Auf Tercera und auf den azoriſchen Inſeln hat man oft ähnliche Erſcheinungen beobachtet, und beſonders ſahe man im Jahre 1720., als in Tercera heftige Bewegungen waren, in einiger Entfernung von dieſer Inſel mehrere Felſen aus dem Meere empor ſteigen, die mit Bimsſtein bedeckt waren, und Feuer auswarfen. Im Jahre 1783., als Calabrien durch Erdbeben verwüſtet worden war, gerieth auch der Hekla in heftige Bewegung, und man ſah mitten auf dem Waſſer an der isländiſchen Küſte eine neue Inſel hervorgehen. Im Jahre 1782. ſpürte man an der Küſte von Formoſa gewaltſame Bewegungen unter dem Meere, ſo daß das Waſſer hoch empor

ſtieg, und die Inſel überſchwemmte. Im Jahre 1538. erhob ſich bey Pozzuolo nach einem heftigen Erdbeben ein Berg, den man den Nahmen, **Aſchenberg**, gab, weil er aus vulkaniſcher Aſche zuſammengeſetzt war; in eben dieſer Gegend war, durch ein früheres Erdbeben, ein ſehr großes Stück Landes geſunken, ſo daß eine Vertiefung entſtanden war, welche jetzt den See **Lucrin** ausmacht, der aber durch den Auswurf im Jahre 1538. zum Theil mit Aſche und größern und kleinern vulkaniſchen Steinen ausgefüllt ward. Im Jahre 1692. wurden die Einwohner von Jamaika, und beſonders von Port-Royal durch ein fürchterliches Erdbeben in Schrecken verſetzt, die eben genannte Stadt ward zum Theil zerſtört, und mit Waſſer, das aus ſeinen Ufern getreten war, überſchwemmt; an der Nordſeite derſelben verſank mehr als 1000 Morgen Landes mit allen Waaren, Gebäuden u. ſ. f., die ſich darauf befanden, ſo daß kein Haus auf der Halbinſel unverſehrt ſtehen blieb; die beyden großen Berge, welche da, wo man ans Land ſtieg, ſtanden, ſind in den Zwiſchenraum, durch den beyde von einander getrennt waren, hinabgeſtürzt, und haben ſo, indem ſich ihre Trümmern hier anhäuften, den Lauf des Fluſſes unterbrochen, ſo daß hier den ganzen Tag hindurch trockener Boden war. Ein anderer Berg, der den zur Seite von Yellows ſtand, bekam Spalten und ſtürzte auch zum Theil ein; ſeine Trümmer verſchütteten einen großen Strich angebauetes Land, und mehrere Güter. Auch der übrige Theil der Inſel ward ſehr verwüſtet; in dem Viertel Clavendon bildeten ſich, in einer Entfernung von 12 Meilen vom Meere, tiefe Abgründe und große Seen, von welchen jetzt die meiſten wieder vertrocknet ſind. Ein Berg, der ſich bey Pont-Morant befand, wurde gänzlich verſchlungen, ſo daß der Platz, wo er war, jetzt einen 4 bis 5 franzöſiſche Meilen breiten See vorſtellt.

Alle dieſe angeführten Wirkungen beweiſen nun ſchon hinreichend, daß die Vulkane eine beträchtliche Veränderung auf der Erdoberfläche hervorzubringen im Stande ſind. Uebrigens machen die vulkaniſchen Gebirge ſelten zuſammenhängende

gende Gebirge aus; vielmehr ſtehen ſie meiſtentheils frey auf ausgedehnten Ebenen in der gewöhnlichen zuckerhutähnlichen Geſtalt, insgemein mit deutlichen Spuren eines Craters.

Was das Alter der Vulkane betrifft, ſo iſt dieß unendlich verſchieden. Einige ſcheinen zwiſchen der Epoche der Flöz- und aufgeſchwemmten Gebirge, andere aber erſt zur Zeit der Entſtehung der letztern gebrannt zu haben. Manchmahl haben ſie nur eine dieſer beyden Hauptgebirgsarten, manchmahl beyde durchbrochen und überſchüttet. In den urſprünglichen Gebirgen ſind noch keine vulkaniſchen Lager mit Gewißheit wahrgenommen worden, ob ſich gleich Beyſpiele finden, wo Schlünde aus Granitbergen hervorzukommen ſcheinen; ſie ſind aber die eigentlichen Lagerſtätte der Vulkane nicht. Hingegen finden ſich vulkaniſche Subſtanzen mit Kalkflözen und calcinirten Conchilien überdeckt, deren Urſprung alſo in die Zeit fallen muß, da unſer feſtes Land noch Meergrund war.

Nach de Lüc's Theorie ſind die alten Vulkane unſerer Länder noch unter dem ehemahligen Meere ausgebrochen, deſſen Waſſer durch die Riſſe und Spalten im Boden abfloß, und in unterirdiſchen Höhlen Gährungen hervorbrachte. Die abgefloſſenen Laven häuften ſich, und bildeten die großen feuerſpeyenden Berge; es entſtanden zuweilen in abwechſelnden Zeitperioden Ausbrüche, und daher kamen die abwechſelnden Bodenſätze von vulkaniſchen Subſtanzen und Meerprodukten. Durch heftige Erdbeben wurden die alten und hauptſächlich die Schiefergebirge erſchüttert, und Spalten und Gänge erzeugt, welche ſich nachher mit fremdartigen Materien ausfüllten. Die wirklichen Ausbrüche warfen Trümmern des urſprünglichen Bodens um ſich her, welche ſich auf dem Grunde des Meeres rollten, abrundeten und unter die Bodenſätze mengten. Nun ſtürzten Höhlen ein, der Meeresboden ward immer niedriger, und es bildeten ſich zuletzt nur noch ſandige und thonige Bodenſätze. Zu dieſer Zeit tobten die feuerſpeyenden Berge heftiger, und ſchleuderten nach allen Richtungen ungeheure Granitſtücken fort. Endlich entſtand die große Revolution, welche unſer Land aufs Trockene brachte,

brachte, ebenfalls durch unterirdiſche Feuer, welches die Höhlen unter dem alten feſten Lande durchbrach und einſtürzte. In den neu entſtandenen Ländern tobten nun noch die Vulkane eine Zeit lang in ihrer völligen Stärke fort, bis ſie ſich endlich nach und nach legten, und ganz verloſchen, weil die Materien austrockneten, und es ihnen am nöthigen Waſſer gebrach; ſie erhielten ſich nur noch in der Nähe des Meeres; dagegen brachen im neuen Meere neue Vulkane aus, welche eine Menge von Inſeln aus dem Schooße desſelben empor hoben.

Die meiſten dieſer Behauptungen hat de Lüc durch Beobachtungen auf Reiſen zu beſtärken geſucht. Freylich hat er die Lücken, wo Thatſachen fehlten, mit lebhaften Ideen ausgefüllt und ergänzt. Indeſſen bleiben ſeine Gedanken immer ſchön und leſenswürdig.

Von andern Syſtemen, bey welchen die Vulkane zur Veränderung unſerer Erde eine vorzügliche Rolle ſpielen, iſt bereits unter dem Artikel, Erdkugel, geredet worden.

Gemeiniglich ſind die Ausbrüche der Vulkane mit ſtarken Regengüſſen begleitet. Der Veſuv z. B. ſpeyet ſelten Feuer, ohne daß es zugleich ſtark regnete, und manchmahl verurſachen ſolche Regengüſſe große Ueberſchwemmungen. Herr Ferber *) ſagt: "Der Aetna ſpeyet oft Ströme von Waſſer aus; ein ſolcher Erfolg ereignete ſich im Jahre 1751. Auch die Vulkane in Amerika ergießen manchmahl eine anſehnliche Menge Waſſers, und der Veſuv gibt ihnen in dieſem Stücke nichts nach. Im Jahre 1538 floß aus der Mündung des ſo genannten neuen Berges dieſes Vulkans ſehr viel Waſſer hervor, und eben dieß geſchah auch in den Jahren 1689 und 1691., welche letztere Ausbrüche große Verheerungen anrichteten. — Der Vulkan auf der Inſel Banda gehört unter die fürchterlichen feuerſpeyenden Berge Indiens; ſeine öftern Ausbrüche ſind gemeiniglich mit heftigen Erdbeben und Ueberſchwemmungen, die den benachbarten Inſeln den Untergang zu drohen ſchienen, vergeſellſchaftet."

*) Briefe aus Wälſchland an Herrn von Born. Prag, 1773. 8.

Die Waſſerſtröme, welche die Vulkane von ſich geben, haben ihren Urſprung von verſchiedenen Urſachen; man darf nicht zweifeln, daß das Waſſer oft aus dem Meere herſtrömt, welches ſich einen Weg zu dem Feuerherde des Vulkans gebahnt hat, und dann von demſelben zugleich mit andern Materien, die derſelbe gewöhnlich von ſich zu geben pflegt, ausgeworfen wird; der Umſtand, daß dieſes Waſſer ſalzig iſt, beweiſt dieß deutlich. Indeſſen kann das Waſſer, das der Vulkan ausſpeyet, manchmahl aus Bächen oder Quellen in denſelben übergegangen ſeyn, indem oft vor dem Ausbruche Flüſſe austrocknen u. ſ. f.

Es iſt auch merkwürdig, daß die Ausbrüche der Vulkane, oft mit elektriſchen Erſcheinungen verbunden ſind. Der Ritter Hamilton hat die leuchtenden Blitze ſehr genau beſchrieben, die er bey dem Ausbruche des Veſuvs im Jahre 1779. beobachtet hat, und die, wie er verſichert, mit heftigen Donnerſchlägen vergeſellſchaftet waren; auch Herr von Troil erzählt, daß er bey dem Ausbruche des Katlegiaa im Jahre 1755. mitten aus den Flammen ein helles Licht habe herausgehen ſehen, das einem Blitze ganz ähnlich geweſen ſey, und die Felſen, die es auf ſeinem Wege angetroffen, hier und da durchbohrt, auch 11 Pferde, einen Landmann, und eine Magd u. ſ. w. getödtet habe. Eben dieſe Erſcheinungen hat man auch bey andern Auswürfen der Vulkane beobachtet, und ſie haben ihren Grund ohne Zweifel in den aufſteigenden Dünſten; denn es iſt ausgemacht, daß das kochende Waſſer, und beſonders das Waſſer, das auf kochende Materien ausgegoſſen wird, ſtarke elektriſche Wirkungen äußert. In den Vulkanen iſt aber ein ſehr großer Herd von brennenden Materien, geſchmolzene Lava und auch ſehr viel Waſſer, überdieß findet ſich der Gipfel des feuerſpeyenden Berges immer in eine dicke Wolke gehüllt, und die Dünſte, aus welchen dieſe beſteht, müſſen alſo mit Elektricität überladen ſeyn; es werden alſo hieraus Blitze, Donnerſchläge u. ſ. w., wie bey den gewöhnlichen Ungewittern, entſtehen.

Die

Die angehäufte Elektricität darf folglich nicht als die Urſache der Erſchütterungen und der Stöße, welche die Vulkane verurſachen, angeſehen werden; ſie iſt vielmehr ſelbſt eine Wirkung des unterirdiſchen Feuers, und ſie bringt nur in der Folge die gewöhnlichen Erſcheinungen hervor. Gleichwohl hat es einige Naturforſcher gegeben, welche die Entſtehung der Vulkane aus der Elektricität zu erklären geſucht haben. Beccaria α), welcher ſonſt geneigt iſt, mehrere leuchtende Phänomene von der Elektricität herzuleiten, ſcheint doch bey den feuerſpeyenden Bergen ſich bloß damit zu begnügen, daß er nur Nachrichten von elektriſchen Erſcheinungen bey den Ausbrüchen der Vulkane anführt; auch Hamilton iſt mit ſolchen Nachrichten zufrieden, ob ihm gleich die Meinung vom elektriſchen Urſprunge der Vulkane insgemein beygelegt wird. Die hauptſächlichſten Vertheidiger der Erklärung der Vulkane durch die Elektricität ſind der Abbé Bertholon de St. Lazare β) und der Leibarzt zu Neapel Giovanni Vivenzio γ). Ihre vorzüglichen Gründe dieſer Behauptung ſind dieſe: daß unmittelbar nach den Ausbrüchen die Vegetation äußerſt lebhaft werde, daß die Vulkane hohe hervorragende Gegenſtände ſind, nahe am Waſſer liegen, viel metalliſche Subſtanzen enthalten u. ſ. f. Als Gegenmittel wider die Vulkane haben ſie daher eiſerne von beyden Enden zugeſpitzte und unter der Erde in mehrere Zweige ausgebreitete Stangen unter dem Nahmen von Paratremblemens de terre, und Para-Volcans aufzurichten vorgeſchlagen.

M. ſ. Gehler phyſikaliſches Wörterbuch, Artikel Vulkane, Torbern Bergman phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel. Aus dem Schwed. durch Röhl B. II. Greifsw. 1780. 8. §. 150. J. A. de Lüc phyſik. und moral. Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen. Aus dem Franzöſ. Leipzig, 1781. 8. Th. II. an verſchiedenen Stellen.

α) Lettere dell' elettriciſmo. p. 226.
β) Journal de phyſique de l'Abbé *Rozier*. Août. 1779.
γ) Iſtoria et teoria de tremuati. Napoli. 1783. 8.

De la Metherie Theorie der Erde. Aus dem Franzöſ. durch Eſchenbach. Th. II. Leipzig, 1797. 8. §. 279. u. f.

Vulkaniſche Produkte (producta vulcania ſ. vulcanica, matières volcaniques). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man Körper, welche im unterirdiſchen Feuer erzeugt, oder doch wenigſtens durch ſelbiges beträchtlich verändert und von den feuerſpeyenden Bergen ausgeworfen worden ſind. Für den Geologen iſt die Kenntniß dieſer Produkte äußerſt wichtig, weil man aus der Gegenwart derſelben an ſolchen Orten, wo jetzt keine Ausbrüche der Vulkane erfolgen, auf vormahls vorhanden geweſene feuerſpeyende Berge ſchließen kann.

Bey der Beſtimmung der vulkaniſchen Produkte finden ſich gewiſſe Schwierigkeiten, die ſich wohl ſchwerlich werden ganz heben laſſen. Die unterirdiſchen Feuer wirken nähmlich auf die in ihrem Wirkungskreiſe befindlichen oder hineinſtürzenden Körper auf eine ſolche unendlich verſchiedene Art, daß es uns wohl nicht möglich iſt, alle dieſe Wirkungen genau zu beſtimmen und anzugeben. Daher kommt es, daß verſchiedene Naturforſcher und Chemiker manche Subſtanzen, welche die Vulkane ausſpeyen oder in ſich enthalten, als wirkliche vulkaniſche Produkte betrachten, welche es gleichwohl nicht ſind, und wieder andere Materien als keine ſolchen, die gleichwohl merkliche Veränderungen im Innern des Vulkans erlitten zu haben ſcheinen. Einer der erſten Vulkaniſten, Déodat Dolomieu *) bemerkt, daß die Fortſchritte unſerer Kenntniſſe in der Naturgeſchichte der Vulkane weit raſcher würden geweſen, und die Theorie der unterirdiſchen Entzündungen vervollkommnet worden ſeyn, wenn man mehr Methode in das Verzeichniß der vulkaniſchen Produkte gebracht, und wenn man immer die Stoffe, welche wirklich durch unterirdiſches Feuer angegriffen und abgeändert worden, von denen, welche nur unter ſehr entfernten Beziehungen den Vulkanen angehörten, oder welche ſogar mit ihrer

*) Journal de phyſique. 1794. in Grens neues Journal der Phyſik. B. III. S. 198. u. f.

ihrer Entzündung gar nichts zu thun hätten, zu unterſcheiden gewußt hätte. Man habe aber die Umſtände und die Epochen, worin jede der in einem vulkaniſchen Gebirge angehäuften Subſtanzen hervorgebracht ſeyn konnte, nicht genugſam beobachtet und unterſchieden; man habe häufig Bodenſätze einer ſpätern Infiltration mit Materien, die weit früher geweſen, als die Entzündung der Vulkane, deßhalb verwechſelt, weil ſie ſich in Gebirgsmaſſen die den Laven zur Baſis gedient hätten, eingeſchloſſen fanden; man habe oft Materien mit ſolchen Subſtanzen zuſammengeſtellt, deren Entſtehung, Abbildung und Art zu ſeyn der Einwirkung der Hitze zu zuſchreiben ſey; indem man immer geneigt geweſen ſey, dasjenige einerley Wirkungsmittel zu zuſchreiben, welches, weil es ſich an einerley Orte angehäuft befinde, von einerley Umſtänden abzuhängen ſcheine. Dieſe Unordnung in der Zuſammenſtellung der vulkaniſchen Produkte habe Verwirrung in die Begriffe gebracht, und man müſſe nothwendig falſch von der Art urtheilen, wie das unterirdiſche Feuer wirke, wenn man ihm Wirkungen zuſchreibe, woran es keinen Theil habe; man mache falſche Muthmaßungen über ſeine Natur, man irre ſich in der Meinung ſeiner Wirkſamkeit, wenn man die Materien verkenne, die es wirklich verändert habe, und ſie nicht von denen unterſcheide, die ſeinem Angriffe widerſtanden haben. Dieſer Mangel an Methode ſey Urſache geweſen, worin einige berühmte Naturforſcher gerathen wären, die, weil ſie nicht Gelegenheit gehabt hätten brennende Vulkane zu ſtudieren, die Analogie zur Erklärung erloſchener Vulkane nicht hätten anwenden können. Sie wären genöthigt geweſen, ihr Vertrauen auf Sammlungen, die in der Eil gemacht wären, oder auf mangelhafte Verzeichniſſe zu ſetzen; anſtatt der gehofften Aufklärung hätten ſie nur falſche Begriffe erhalten, welche, ſtatt ihnen die verlangten Kenntniſſe zu verſchaffen, ſie vielmehr von ihrem Zwecke entfernt hätten; ſie hätten ſich ohne Hülfsmittel befunden, die verſchiedenen Widerſprüche, die ſich bey der gewöhnlichen Anhäufung ganz und gar unähnlicher Gegen-

ſtände in vulkaniſchen Gebirgen der ältern Epoche zu finden geſchienen, zu heben. Einige, welche den unwiderſprechlichen Eindruck des Feuers auf die von ihnen unterſuchten Subſtanzen erkannt, hätten gewollt, daß Alles, was dieſe umgeben, ebenfalls den unterirdiſchen Feuern zugehört habe. Andere, welche an einigen Schichten der Gebirge, deren Natur ſie zu beſtimmen geſucht, unbezweifelte Beweiſe des Einfluſſes des Waſſers, und die unverkennbare Beute des Meeres daran wahrgenommen, hätten ſich nicht überzeugen können, daß andere Stoffe dazwiſchen von einem andern Agens herrührten. Die erſtern, beſchäftigt das Reich des Feuers, deſſen Spuren ſie entdeckt hätten, auszudehnen, hätten alle ſchwarze Steine als Laven angeſehen; die andern, welche faſt Alles einem Agens abgeſprochen, deſſen Wirkung ihnen übertrieben geſchienen, hätten nichts für vulkaniſche Materien anerkennen wollen, als Schlacken und Verglaſungen, welche beyde doch in den erloſchenen Vulkanen ſehr ſelten wären. Daraus wären entgegengeſetzte Syſteme entſtanden, die Alles einem großen Mittel der Natur mit Ausſchluß des andern zuſchrieben; und ihre Vertheidiger hätten deſto zuverſichtlicher auf ihre Meinung beſtanden, da ſie ſich auf Thatſachen geſtützt hätten, die ihnen unbezweifelt geſchienen.

Herr Dolomieu hat ſich bemüht, alle Materien, welche nur irgend eine Beziehung auf die Wirkung der Vulkane zu haben ſcheinen, in eine methodiſche Claſſification mit gehörigen Unterabtheilungen zu bringen, wovon umſtändlich zu reden, wider meinen Zweck ſeyn würde. Er bringt ſie alle auf 5 Claſſen zurück.

Die erſte Claſſe enthält nur ſolche Materien, welche weſentlich zum Vulkan gehören, indem das unterirdiſche Feuer auf eine directe und unmittelbare Art darauf gewirkt hat. Dieſe Produkte erkennt er bloß als wahrhaft vulkaniſch, weil ſie den Zuſtand, worin ſie ſich befinden, lediglich den Wirkungen unterirdiſcher Entzündungen verdankten.

Die

Die zweyte Claſſe begreift diejenigen Materien, welche noch in der Tiefe der Erde, wo ſie ſeit ihrer Bildung ſich befanden, liegen würden, wenn die innere Entzündung ſie nicht zu Tage gebracht hätte; auf welche aber das Feuer keine direkte Wirkung gehabt, und ſie ſo wenig erhitzt worden ſind, daß ſie keine Veränderung erlitten, und keine neue Modification von der Urſache erfahren haben, die ſie aus ihrer natürlichen Lage riß, und ſie mit den Produkten der erſten Claſſe vermengte.

In die dritte Claſſe gehören diejenigen Materien, auf welche die Vulkane durch Hülfe ſaurer vom Verbrennen des Schwefels herrührende Dämpfe gewirkt haben, und welche dieſer Urſache die Veränderungen, die ſie erlitten haben, und die ganze Umänderung ihrer Miſchung verdanken.

Die vierte Claſſe enthält diejenigen vulkaniſchen Materien, die nach ihrem Austritt vom Feuerherde ſpäterhin Veränderungen erlitten haben, die nicht der vulkaniſchen Einwirkung zu zuſchreiben, und von der Entzündung ganz unabhängig ſind.

Die fünfte Claſſe endlich macht die Geſchichte der Vulkane dadurch vollſtändig, daß ſie alle diejenigen Materien begreift, welche die Epochen, wo ſie zu brennen angefangen haben, und ihre Ereigniſſe kennbar machen, indem ſie alle die Thatſachen verknüpfen, welche den Antheil, den das unterirdiſche Feuer bey ältern Revolutionen der Erde gehabt hat, anzuzeigen dienen, und indem ſie ſichere Beweiſe der großen Cataſtrophen geben, die unſere Continente erlitten haben, ſeitdem vulkaniſche Gebirge die Unebenheiten ihrer Oberfläche vermehrten.

Unter allen Materien, welche den Vulkanen zugehören, bleiben dem Geologen die ſo genannten vulkaniſchen Steine vorzüglich merkwürdig. Sie ſind durchaus Produkte des Feuers, dem ſie wie die Schlacken, das Glas, die Fritten, ihre Härte zu verdanken haben. Da es nun keinen Zweifel unterworfen iſt, daß alle keinesweges einer gleich ſtarken

Wirkung des Feuers ausgeſetzt geweſen ſind, ſo laſſen ſie ſich mit de la Metherie in folgende fünf Abtheilungen bringen:

Die erſte Abtheilung begreift diejenigen Steine in ſich, welche durchs Feuer in wirkliche Gläſer verwandelt worden ſind.

Die zweyte Abtheilung enthält diejenigen, welche nur zur Hälfte eine glasartige Beſchaffenheit haben.

Zur dritten Abtheilung gehören diejenigen Steine, die durch die Kraft des Feuers noch weniger, als die der vorhergehenden Abtheilung, verändert worden ſind.

Die vierte Abtheilung faßt diejenigen Produkte in ſich, welche dem Feuer ausgeſetzt geweſen ſind, ohne daß ſie eine merkliche Veränderung ihrer urſprünglichen Eigenſchaften erlitten haben, und

zur fünften Abtheilung gehören diejenigen Steine, die nicht Produkte der Vulkane ſind, ſondern nur in dergleichen Subſtanzen vorkommen, und gleichſam in denſelben liegen.

Das vulkaniſche Glas beſteht aus Materien, welche durch die Wirkung des Feuers der Vulkane in den Zuſtand eines wahren Glaſes verſetzt worden ſind. Dieß Glas hat meiſtentheils eine ſchwarze Farbe, und gleicht dem ſchaumartigen Weſen, das einige Eiſenſteine beym Ausſchmelzen des Eiſens geben; dieſe Aehnlichkeit beweiſt, daß die Materien, aus welchen das Glas entſtanden iſt, Eiſen in ihrer Miſchung gehabt haben; und meiſtentheils wird es aus eiſenhaltigen Schiefern hervorgebracht, die über Steinkohlen liegen. Dieſes Glas wird in Peru Obſidian genannt, und man hat es in Island oft für ſchwarzen Achat gehalten.

Die meiſten vulkaniſchen Steine beſitzen keine vollkommene glasartige Beſchaffenheit, ſie ſind nur zum Theil in die Verglaſung übergegangen, und haben daher mehr das Anſehen einer Fritte. Man kann in Rückſicht auf die Wirkung, die das Feuer hervorbringt, verſchiedene Grade unterſcheiden. Die **Bimſteine** (pumices, pierres-ponces) ſind diejenigen Produkte dieſer Art, welche, ſo zu ſagen, etwas mehr als zur Hälfte verglaſet ſind; ſie beſtehen aus faſt ganz verglaſeten Faſern oder Fäden, die aber etwas von einander entfernt

entfernt ſind, und ſie ſtellen vermöge dieſer Bauart einen ſehr poröſen Körper vor. Es findet ſich dieß vulkaniſche Produkt im Ganzen genommen ſelten, auf den aeoliſchen oder liparischen Inſeln aber trifft man es häufig, woher auch der meiſte Bimſtein im Handel herkommt. Auch findet er ſich in Auvergne und am Rhein. Hamilton leitet ſeine Entſtehung von glaſigter, erſt bey ſpäterem Erkalten ausgeſprützter, Lave, Bergman *) von ausgebranntem Asbeſt, Dolomieu aus Glimmerſchiefer und leichtflüſſigen Graniten her; de Lüc glaubt, er beſtehe aus geſchmolzenen Materien, und werde erſt weiß und leicht, wenn er eine Zeit lang an der Sonne und der Luft gelegen habe.

Die Laven ſind aber die vorzüglichſten Produkte der unterirdiſchen Feuer. Es gibt zwey Arten von Laven, poröſe und dichte.

Die poröſen Laven ſind den Eiſenſchlacken ſehr ähnlich; ſie ſind überdieß hart, ſchwarz und ſpröde, ſie geben einen Klang von ſich und werden vom Magnet angezogen. Wenn ſie der freyen Luft ausgeſetzt werden, ſo zerfallen ſie an der Oberfläche, und ſehen dann aus, als wenn ſie mit Eiſenroſt überzogen wären. Sie haben mehr oder weniger große Löcher in ſich. Dieſe löcherigen Laven ſind ohne Zweifel im Fluſſe geweſen, und haben durchs Feuer eine beträchtliche Veränderung erlitten. Doch mangelt ihnen, wie den Schlacken, das eigentlich ſo genannte Anſehen; ſie beſitzen mit einem Worte alle Eigenſchaften der ſo genannten Fritten.

Die dichte Lave iſt ohne Löcher, wenigſtens laſſen ſich dergleichen nicht durchs Geſicht entdecken; ſie ſtellt eine gleichartige, harte, klingende, ſchwärzliche, eiſenſchüſſige Subſtanz vor, die ebenfalls eine Wirkung auf den Magnet und die Magnetnadel äußert; ſie iſt faſt eben ſo zerbrechlich, wie das Glas; man darf nur die größern Stücke bey einem mäßigen Feuer erwärmen, und ſie dann mit kaltem Waſſer beſprengen, ſo kann man ſie leicht kleiner machen. Auf dem Bruche

*) De productis vulcaniis in nov. Acad. reg. ſociet. Vpſal. T. III. ingl. opuſcul. Vol. III.

Bruche iſt dieſe Lava matt, und man kann auf demſelben ein ſehr feines Korn unterſcheiden, das, ob es ſchon nicht glasartig iſt, doch auch dem Korne nicht gleicht, welches die Steine auszeichnet, die durch das Waſſer gebildet worden ſind. Zuweilen bemerkt man auf dem Bruche kleine Löcher oder Räume, welche oft eine erdige Materie in ſich haben, und überhaupt unterſcheidet ſich dieſe Lava von der poröſen nur dadurch, daß ſie keine ſo beträchtlichen Blaſen oder leeren Räume in ſich hat; ſie iſt dichter als die gemeinen Steine.

Ein anderes hierher gehöriges vulkaniſches Produkt iſt der ſo genannte **vulkaniſche Sand** (lapilli, Rapillo, Rena del Veſuvio). Mit dieſem Nahmen bezeichnet man einen Stein, der in kleinen Stücken vorkommt, und von feuerſpeyenden Bergen ausgeworfen wird. Bisweilen iſt er ſo fein, daß er während des Ausbruchs in verſchloſſene Schränke eindringt, nähert ſich der Holzaſche, und wird alsdann **vulkaniſche Aſche** genannt. Mit dieſer Subſtanz überdecken die Vulkane oft ſehr weite Strecken, und daraus bildet ſich auch die Maſſe der Kegel.

Auch die ſo genannte **Puzzolanerde** (terra puteolana, cineres Vulcanorum, pozzolana) iſt eine vulkaniſche Aſche, welche ſich von der vorhergehenden Art darin unterſcheidet, daß die Theilchen derſelben nicht unter einander zuſammen hängen; die Hitze, der ſie ausgeſetzt geweſen, hat nicht zugereicht, um zu bewirken, daß dieſe Theilchen hätten zuſammenbacken und eine feſte Maſſe ausmachen können. Man findet ſie in allen vulkaniſchen Gegenden *), und gibt mit Waſſer und Kalk vermiſcht einen vortrefflichen Mörtel, wozu ihn auch ſchon die Alten häufig zum Bauen gebrauchten. Die meiſten Puzzolanerden ſind durch die Einwirkung der Luft verändert, und in einen thonartigen Zuſtand verſetzt worden.

Ein

*) S. Desmareſt über die Puzzolanen in Auvergne, in den Samml. zur Phyſik und Naturgeſch. B. II. St. 1. S. 105. *Faujas de la Fond* ſur les volcans éteints du Vivarais etc.

Ein anderes Produkt der Vulkane, der Traß, Terras oder die vulkaniſche Tufa (tophus Vitruv., Torras) entſteht durch die Verhärtung der Puzzolane und des vulkaniſchen Sandes zu einer ſteinartigen Maſſe, welche wegen des Antheils von Kalkerde mit Säuren brauſet, und viel fremde Beymiſchungen enthält. Zerſtoßen oder gemahlen zeigt er die bindende Kraft der Puzzolane, und wird zum Mörtel gebraucht.

Die Beſchaffenheit der poröſen und dichten Lava ſcheint anzuzeigen, daß dieſe Produkte aus ſchieferigen, thonartigen und eiſenhaltigen Foſſilien gebildet worden ſind, welche durch die Bildung des Feuers eine mehr oder weniger ſtarke Veränderung erlitten haben, und die Eigenſchaften, welche die Puzzolane beſitzt, beſtätigen dieß Urtheil. Auch iſt es eine bekannte Sache, daß man aus thon- und eiſenhaltigen Foſſilien durch Erhitzung derſelben eine künſtliche Puzzolane darſtellen kann. Alle eiſenhaltige Schiefer geben, wenn man ſie einem heftigen Feuer ausſetzt, harte, klingende und zerbrechliche ſchwarze Fritten, die eine Wirkung auf die Magnetnadel äußern, und mehr oder weniger porös oder ſchwammicht ſind; wenn man aber dieſe Foſſilien eine ſehr lange Zeit im Feuer läßt, ſo gehen ſie in einen vollkommenen Fluß über, und verwandeln ſich in eine gleichartige, mehr feſte und weniger poröſe Materie. Auf gleiche Art entſtehen die dichten Laven. Dieſe machen die großen Maſſen der Lavaſtröme aus, deren Gewalt in dem Augenblicke, wo ſie ſich durch Oeffnungen an den Seiten der Vulkane ergießen, manchmahl ſo groß iſt, daß ſie Alles, was ſie auf ihrem Wege antreffen, fortreiſſen, umſtürzen und zerſtören; man hat Ströme davon wahrgenommen, welche Hügel von Schlacken durchbrachen, empor hoben, und mit ſich forttrugen. Wenn das Hinderniß wegen ſeiner Feſtigkeit der Impulſion nicht nachgibt, ſo häuft ſich die Lava am Fuße desſelben an, wächſt und geht endlich darüber weg. Die Geſchichte des Aetna liefert eine Menge ſolcher Thatſachen.

Die löcherige Lave findet ſich gewöhnlich an der Oberfläche der dichten Art, und eine ähnliche Erſcheinung bemerkt man auch beym Schmelzen großer metallener Maſſen; die oberſten Theile derſelben ſind mit Blaſen angefüllt, welche durch das Entweichen der elaſtiſchen Flüſſigkeiten hervorgebracht werden, welche ſich in den metalliſchen Kalken entwickelten; die Theile hingegen, die ſich in der Mitte der Maſſe befinden, ſind dichter.

Im weſtlichen Deutſchland, vornähmlich an den Ufern des Rheins, bey Andernas und Niedermennich findet man den ſo genannten Mennicher Stein, Andernacher oder Cölniſcher Tuffſtein; Lungenſtein, welcher dort ſehr häufig gebrochen, und nach den Niederlanden verführt wird, wo man ihn zum Pflaſter- und Bauſtein, auch gemahlen als Mörtel gebraucht. Dieſer Stein hat ſehr große Aehnlichkeit mit dem vulkaniſchen Traß, daher ihn auch Hamilton, Collini und de Lüc für einen ſolchen gehalten haben. Es finden ſich zwar in dieſen Gegenden Spuren ehemahliger Vulkane, deſſen ungeachtet haben ihn doch einige Mineralogen *) lieber aus dem Verwittern eines ſo genannten Granitporphyrs herleiten wollen.

Von der Gegenwart der bisher angeführten vulkaniſchen Produkte läßt ſich doch nicht allemahl auf das Daſeyn wirklicher feuerſpeyender Berge ſchließen. Denn es iſt bekannt, daß ähnliche Subſtanzen durch Erdbrände oder Entzündungen von Kohlenflözen und Thonſchiefern, die ſich von ſelbſt entzünden, oder durch Nachläſſigkeit in Brand gerathen, entſtehen, wie z. B. in dem brennenden Berge zu Dutweiler in Saarbrück β), in dem Schlatnitzer und Selnitzer Berge in Böhmen γ), wo der Thonſchiefer an den Orten, welche hinläng-

*) S. Noſe orographiſche Briefe über das Siebengebirge und die benachbarten zum Theil vulkaniſchen Gegenden an Ufern des Niederrheins Frankf. 1788. S. 110.

β) S. Habel Beytr. zur Naturgeſchichte der naſſauiſchen Länder. Deſſau 1784. 8. S. 22.

γ) Abhandl. der böhmiſchen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften für 1788. S. 26, 180, 195 u. f.

hinlänglichen Zug haben, bald einer ſchlackenartigen Lave, bald einem Bimſteine, ähnlich wird.

Außer dieſen unſtreitigen Produkten gibt es noch andere Steinarten, von welchen es noch ungewiß iſt, ob ſie wirklich Produkte des unterirdiſchen Feuers ſind, oder nicht. Herr **Dolomieu** *) verſichert, daß er in den Strömen von vulkaniſchen Materien Steine gefunden habe, welche ſchlechterdings keine Veränderung durch die Wirkung des Feuers erlitten hätten, und er folgert daraus, daß dieſe Foſſilien nur etwas erweicht worden, oder gleichſam in einem mäßigen Fluſſe geweſen wären, ohne wirklich verglaſet worden zu ſeyn. Dieſe Steinarten theilt er in vier Claſſen.

1) Dichte Laven, die Hornſtein, Trapp oder Schörl in Maſſe zur Grundlage haben;

2) dichte Laven, welche Feldſpat zur Baſis haben,

3) dichte Laven, deren Grundmaſſe Feuerſtein iſt, und

4) dichte Laven, deren Hauptmaſſe aus Granat beſteht; dieſe Produkte nennt er **Granatlaven**, und diejenigen, welche Feldſpat zur Grundlage haben, hat er mit dem Nahmen **Granitlaven** belegt.

Alle dieſe Laven, ſagt **Dolomieu**, haben das urſprüngliche Anſehen, welches die Steine, aus denen ſie entſtanden ſind, beſaßen, behalten, ſo daß, wenn man ſie nicht in den Lavaſtrömen fände, man ſchlechterdings nicht auf den Gedanken kommen könnte, daß ſie der Wirkung des Feuers ausgeſetzt geweſen ſeyn möchten. Dagegen bemerkt aber **de la Metherie**, daß dieſe Arten von Laven nicht wirklich im Fluſſe geweſen, ſondern nur erhitzt worden wären; denn wie könne man ſich denken, daß die Granaten, der Feldſpat, der Hornſtein, und andere hornartige Steinarten, welche eben ſo, wie der Trapp, ziemlich leicht ſchmelzten, durch die Wirkung des Feuers in einen flüſſigen Zuſtand hätten verſetzt werden können, ohne daß ihre eigenthümliche Beſchaffenheit eine Veränderung erlitten haben ſollte? Eine teigartige oder ähnliche Erweichung, die durch die Hitze verurſacht

*) Journal de Phyſique. 1794.

urſacht worden wäre, hätte zur Abſonderung eines Theils des Kryſtalliſationswaſſers und folglich auch zur Veränderung der äußern Eigenſchaften dieſer Steine Gelegenheit geben müſſen. Wenn dieſe Laven mit den übrigen Laven ein und daſſelbe ſpeciſiſche Gewicht beſäßen, ſo müßten ſie nothwendig durch die Wirkung des Feuers verdichtet worden ſeyn; ihre Theilchen wären einander näher gebracht, und folglich ihr Gefüge verändert worden. Ueberdieß ſey auch ihre Zerbrechlichkeit ein Merkmahl, daß ſie wären verändert worden. Man werde daher jene Erſcheinung nicht erklären können, wenn man nicht annehme, daß Stücken von dieſen verſchiedenen Subſtanzen in den Herd der Vulkane, oder in die fließende Lava gefallen ſeyn, daß aber die Hitze nicht groß genug geweſen ſey, um ſie in Fluß zu bringen, und daß ſie daher nur von der glühenden Materie eingehüllt ſeyn. Sie würden daher wohl einige Veränderung erlitten, aber nicht auf eine merkliche Art umgeſchaffen worden ſeyn, daß ſie ihre urſprünglichen Eigenſchaften abgelegt hätten, und unkenntlich geworden wären.

Man müſſe alſo annehmen, daß die meiſten dichten Laven mit der blaſigen Lave, die gewöhnlicher Weiſe auf jener aufliege, von der nähmlichen Beſchaffenheit wären; dieſe löcherige Lava ſey aber gewiß eine Schlacke der in Fluß gebrachten eiſenhaltigen Schiefer, und die dichte Lave könne alſo nicht anders, als ein ähnliches Produkt ſeyn, aus dem ſich die elaſtiſchen Flüſſigkeiten entbunden hätten, und das aus dieſer Urſache zu einem dichtern Körper geworden ſey. Die löcherige Lave habe eben ſo wenig, wie die dichte, ein glaſiges Anſehen und Alles, was von der einen Art gelte, die Blaſen ausgenommen, gelte auch von der andern.

Vorzüglich aber gehört unter die zweifelhaften vulkaniſchen Materien der Baſalt, Säulenſtein oder Pfeilerſtein, welcher von dem Baſaltes, oder lapis aethiopicus der Alten, aus dem ſo viele altegyptiſche Kunſtwerke verfertigt

fertigt ſind, wohl zu unterſcheiden iſt, und erſt zu Agricola's Zeiten den Nahmen Baſalt erhalten hat. Dieſer Stein hat eine ſehr große Aehnlichkeit mit den dichten Laven, er beſitzt eine dunkelſchwarzgraue Farbe, hat innerlich keinen Glanz, einen dichten Bruch, und zerbricht in eckige Stücken von unbeſtimmter Geſtalt; auch findet man in ihm alle diejenigen fremden Steinarten, wie in den Laven, eingemengt; er verwittert leicht in der Luft, ſchmilzt im Feuer zu einer Schlacke, hat einen ſtarken Eiſengehalt, und daher ein großes ſpecifiſches Gewicht. Sonſt iſt dem Baſalt dieß ganz eigen, daß man ihn in ſeinen eigentlichen Lagerſtätten in eine Menge gegliederter Säulen zertheilt findet, welche meiſtentheils aufrecht ſtehen, zuweilen ſchräg liegen, an einigen Orten auch eine gebogene Geſtalt haben. Von dieſer Art ſind die Steine, welche den berühmten Rieſenweg in der Grafſchaft Antrim in Jsland ausmachen, welchen außer mehreren Beobachtern auch Proot *) und Hamilton β) beſchrieben haben. Mehr als 30000 Baſaltſäulen von 20 Zoll Durchmeſſer und 15 Fuß Höhe ſtehen dicht an einander, und bilden oben eine gangbare Ebene. Sie ſind meiſtens 5 bis 6ſeitige Prismen, und aus Gliedern von 8 bis 12 Zoll Höhe zuſammengeſetzt, deren jedes auf einer Seite convex, auf der andern concav, und an den Ecken faſt wie eine Krone zugeſpitzt iſt. Einer der berühmteſten Rieſenwege, den man kennt, iſt der der Höhle Fingal auf der Jnſel Staffa. Faujas de la Fond führt an, daß es unter dieſen Steinen Prismen gibt, die $4\frac{1}{2}$ Fuß im Durchmeſſer beſitzen und 66 Fuß hoch ſind. An den meiſten Orten, wo erloſchene Vulkane ſind, z. B. zu Bonn, zu Andernach, zu Mont d'or, in den Sevennen u. ſ. w. ſieht man Gruppen, die aus vielen prismatiſchen Säulen dieſer Art zuſammengeſetzt ſind.

Die

*) Philoſ. Tranſ. Vol. XLV. n. 485. p. 124.

β) Briefe über die nördliche Küſte der Grafſchaft Antrim, die natürliche Geſchichte ihrer Baſalte u. ſ. w. Aus dem Engl., mit einer Abhandl. über die Bildung des Baſalts von Veltheim. Leipzig, 1787. 8. S. 68. f.

Die Chemiker, Mineralogen und Phyſiker ſind über den Urſprung und die Natur des Baſalts bis jetzt noch nicht einig. Sie haben ſich in drey Parteyen getheilt. Die erſtern halten dieſen Stein für ein wirkliches vulkaniſches Produkt, und behaupten, daß die Geſtalt desſelben einer durch Erkältung der glühenden Materie bewirkten Zuſammenziehung zuzuſchreiben ſey. Zu dieſen gehören vorzüglich Desmareſt [α]), Ferber, Raspe [β]), Faujas de la Fond, de Lüc, Leske [γ]), Voigt [δ]) und de la Metherie. Sie haben daher den Nahmen Vulkaniſten erhalten. Die andern glauben, daß der Baſalt ſeinen Urſprung durch Abſetzung des Waſſers erhalten habe. Vorzüglich ſind dahin zu rechnen Bergman [ε]), Werner [ζ]), Karſten [η]), Lehmann [ϑ]) und Widenmann [ι]). Dieſen gab man den Nahmen Neptuniſten. Endlich gibt es noch einige, welche manches als vulkaniſchen, manches aber als neptuniſchen Urſprungs halten. Zu dieſer Meinung ſcheint Dolomieu [κ]) geneigt zu ſeyn, ſo wie von Beroldingen [λ]) ebenfalls Vereinigungsvorſchläge zwiſchen den Neptuniſten und Vulkaniſten gethan hat.

Eine Ueberſicht der verſchiedenen Meinungen über den Baſalt gibt Noſe [μ]), von dem die Anhänger dieſer Meinungen in ſieben Cohorten getheilt, und die Gründe einer jeden geprüſt werden. Auch hat von Humboldt

α) Mémoir. de Paris. 1771.

β) Beytrag zur natürl. Geſch. von Heſſen-Caſſel. 1774.

γ) Reiſe durch Sachſen. Leipz. 1785. 4. S. 326. f.

δ) S. Höpfners Magazin für die Naturk. Helvet. B. IV. S. 214.

ε) De productis vulcaniis in ſ. opuſc. phyſ. chemic. Vol. III. p. 200.

ζ) Kurze Claſſification und Beſchreibung der verſch. Gebirgsarten. Dresd. 1787. 4.

η) Bergmänniſches Journal. 1788. S. 345.

ϑ) Der Baſalt, chemiſch und phyſiſch beurtheilt. Frankf. 1789. 8.

ι) Höpfners Magazin. B. IV. S. 137.

κ) Journal de Phyſique. 1790.

λ) Die Vulkane älterer und neuerer Zeit, phyſiſch und mineralogiſch betrachtet. 2 Theile. Mannheim 1791. 8. und in Crells Beytr. zu den chem. Annal. B. IV. S. 2. S. 121. u. w.

μ) Beyträge zu den Vorſtellungen über vulkaniſche Gegenſtände. Frankf. 1792. 8. Fortſetzung der Beytr. ꝛc. Frankf. 1793.

boldt [α]) Alles, was ältere und neuere Schriftſteller Baſalt nennen, und davon behaupten, ſcharfſinnig geprüft. Sonſt ſind auch noch über dieſen Gegenſtand die Schriften von D. Reuß [β]) und Freyherrn von Racknitz [γ]) leſenswürdig.

Die vorzüglichſten Gründe der Neptuniſten und Vulkaniſten ſind folgende. Bergman führte für ſeine Meinung unter andern vorzüglich die ſehr große Aehnlichkeit und faſt vollkommene Gleichartigkeit des Baſalts mit dem Trapp an, und da man, ſetzt er hinzu, nicht zweifeln kann, daß das zuletzt genannte Foſſil aus einer wäſſerigen Auflöſung angeſchoſſen iſt, ſo muß man folgern, daß ſich der Baſalt vermittelſt des Waſſers kryſtalliſirt habe. Uebrigens ſieht er es als möglich an, daß das unterirdiſche Feuer hin und wieder die Austrocknung könne beſchleunigt, und die Spaltung befördert haben. Ueberdieß machte Werner in Freyberg im Jahr 1788. in dem Scheibenberger Hügel, einem bekannten Baſaltberge, die Beobachtung, daß daſelbſt unten eine beträchtliche dicke Sandſchicht, darüber einige Thonſchichten, alsdann eine Wackenſchicht, und über derſelben der Baſalt auflag, wobey ſich der Sand unmerklich in Thon, der Thon in Wacke, und die Wacke in Baſalt verlief. Hieraus glaubte er mit gutem Grunde die Folge zu ziehen, daß alle dieſe Materien von einer Formation und durch einen naſſen Niederſchlag entſtanden ſeyn müßten, indem das Waſſer zuerſt Sand, alsdann Thon, hierauf Wacke, und zuletzt den Baſalt abgeſetzt habe. Er iſt der Meinung, aller Baſalt habe ehedem ein einziges, weit über viele uranfängliche und Flözgebirge verbreitetes Lager ausgemacht, welches die Zeit größtentheils zerſtört, und nur die Baſaltkuppen als Ueberbleibſel zurückgelaſſen habe [δ]). Als einen andern Beweis für ihre

α) Mineralog. Beobacht. über einige Baſalte am Rhein, mit vorausgeſchickten zerſtreuten Bemerkungen älterer und neuerer Schriftſteller Braunſchw. 1790. 8

β) Geographie des nordweſtlichen Mittelgebirges in Böhmen. Ein Beytrag zur Beantwortung der Frage: iſt der Baſalt vulkaniſch oder nicht? Dresd. 1790. 8.

γ) Schreiben über den Baſalt. Dresd. 1790. 8.

δ) Gothaiſches Magazin für das Neueſt. aus der Phyſik und Naturgeſch. B. VI. St. 1. S. 75.

Meinung führen die Neptuniſten folgende Thatſache an, daß es Baſaltprismen gebe, die unmittelbar auf Kohlen und andern verbrennlichen Materien aufſitzen; wenn, ſagen ſie, dieſer Baſalt aus glühender Lave entſtanden wäre, ſo würden die verbrennlichen Materien, dem Grade der Wärme gemäß, entzündet und durchaus zerſtört ſeyn, oder doch eine bedeutende Veränderung erlitten haben.

Dagegen ſuchen aber die Vulkaniſten dieſe angeführten Beweiſe auf folgende Art zu widerlegen. Sie erkennen zwar alle die große Aehnlichkeit des Baſalts mit dem Trapp; allein dabey bemerken ſie, daß gewiſſe Laven, die nie im Waſſer geweſen ſeyn, dem Trapp, dem Feuerſtein, und den hornartigen Steinen eben ſo ſehr gleichen, als der Baſalt, und man könne alſo aus dieſer Aehnlichkeit keinen Beweis für dieſe Meinung, die die Neptuniſten vertheidigten, hernehmen. Ueberdieß ſey es ſchwer zu begreifen, wie das Meerwaſſer den Baſalt habe auflöſen können, und welche Hülfsmittel zur Erreichung dieſes Zwecks benutzt worden ſeyn? Ferner, wie das Waſſer eines ſich immer bewegenden Meeres unter dieſen Umſtänden habe Kryſtallen abſetzen können, die 30 bis 40 Ellen lang wären? Ferner führen ſie an, daß die meiſten prismatiſchen Baſalte der bekannten Vulkane gleichartig wären, und unter einander übereinkämen; man habe z. B. Produkte dieſer Art die vom Aetna herſtammten, mit denen, die man in Frankreich finde, und dieſe wieder mit denen, die in Irland, Schottland, auf den hebridiſchen Inſeln, in Island, in Aſien, in Amerika u. ſ. w. vorkommen, verglichen, und man habe unter ihnen die größte Aehnlichkeit beobachtet. Alle dieſe Maſſen von Baſalt fänden ſich aber an vielen Orten in außerordentlicher Menge, und es folge alſo hieraus, daß auch die Subſtanzen, welche den Stoff zur Bildung dieſer Produkte dargereicht hätten, ſehr häufig im Mineralreiche vorkommen müßten; dieſe Thatſachen, die man nie aus den Augen verlieren müſſe, wenn man ein beſtimmtes Urtheil über den Urſprung ſolcher Produkte fällen wolle, ſchienen zu beweiſen, daß weder die Trapparten

arten noch die hornartigen Steine die Materialien zur Erzeugung dieſer Produkte hergegeben haben können; denn:

1) Fänden ſich die ſo eben genannten Foſſilien faſt nie in großen Maſſen, und ſie hätten alſo auch nicht zur Bildung jener anſehnlichen Baſaltgruppen, die man in mehreren Ländern antreffe, Gelegenheit geben können.

2) Wären die erwähnten Foſſilien nie rein, ſondern immer mit andern Subſtanzen vermengt, ſie könnten alſo nicht gleichartige Baſalte gegeben haben; vielleicht werde man aber einwenden, daß ſich die Herde der Vulkane in einer anſehnlichen Tiefe befunden hätten, und daß in dieſer Tiefe große Mengen reinen Trapps zugegen geweſen ſeyn könnten; allein auf einen vielleicht möglichen Grund könne man kein Syſtem bauen. Ueberdieß habe man bisher in den größten Tiefen, in welchen man nur gelangen können, bloß Granit und Porphyr angetroffen, und dann mangele es auch an Beweiſen für die Meinung, daß unterirdiſche Feuerherde ſich in einer außerordentlichen Tiefe befänden.

3) Komme nie in Gebirgen von zweyter Entſtehung Trapp vor, und doch wären, wie man wiſſe, mehrere Vulkane in ſolchen Gebirgen.

4) Die hornartigen Steine wirkten nur ſehr ſelten auf die Magnetnadel, alle Baſalte hingegen äußerten auf dieſe Nadel eine ſehr ſtarke Kraft.

5) Könnten die unterirdiſchen Feuer nur durch Maſſen von Kies oder durch erdharzige Subſtanzen unterhalten werden; die letztern kämen aber bloß in Gebirgen von zweyter Entſtehung vor, und die Kieſe fänden ſich nur, zumahl in urſprünglichen Gebirgen, in ziemlich kleiner Anzahl, ſo daß ſie ſchlechterdings nicht hinreichen würden, ſolche große, und eine lange Zeit, ſelbſt Jahrhunderte hindurch, brennende Feuer zu unterhalten.

Was aber die Thatſache der Neptuniſten betreffe, daß nähmlich Baſaltprismen auf Kohlen und andern verbrennlichen Materialien aufſitzen, welche durch die fließende Lave zerſtört ſeyn würden, wenn wirklich der Baſalt ein vulkani-

ſches Produkt wäre, ſo antworten hierauf die **Vulkaniſten**: 1) die Lave habe indem ſie ſich ins Waſſer geſtürzt, eine ziemlich ſchnelle Erkältung, vorzüglich an ihren äußern Theilen erlitten, und 2) habe ſie hier mit der atmoſphäriſchen Luft in keiner Gemeinſchaft geſtanden, und es habe daher nicht leicht eine Entzündung und Verbrennung erfolgen können.

Nach der Vorſtellung des Herrn **de la Metherie** ſind die Baſaltprismen durch eine wahre Kryſtalliſation der glühenden Lava auf dieſe Art entſtanden. Wenn dieſe Lava allmählich erkalte, ſo nehme ſie keine regelmäßige Geſtalt an, ſo wie auch eine große Maſſe geſchmolzenen Metalls keine regelmäßige Geſtalt annehme, wenn es nach und nach kalt werde; denn in dieſem Falle näherten ſich die Theilchen der Maſſe einander auf eine unmerkliche Art, und ließen keine leere zwiſchen ſich, in welcher eine Kryſtalliſation erfolgen könne. Allein, wenn die Maſſe durch eine plötzliche Erkältung überraſcht werde, ſo verdichte ſich ein Theil derſelben ſogleich, es entſtänden alſo leere Räume, und die Kryſtalliſation könne vor ſich gehen. Auf dieſe Weiſe bildeten ſich in allen Blaſen großer Maſſen geſchmolzenen Metalls Kryſtallen, und man pflege auf eine ähnliche Art zu verfahren, wenn man Metalle anſchießen laſſen wolle. Wenn man z. B. die Abſicht habe, Wißmuthkryſtallen darzuſtellen, ſo ſchmelze man eine gewiſſe Menge dieſes Metalls in einem Tiegel, und wenn es im vollen Fluſſe ſey, nehme man den Tiegel aus dem Feuer, und gebe nun Acht, um den Augenblick zu entdecken, da das Metall auf der Oberfläche feſt zu werden anfange; ſo bald man dieſe Erſcheinung beobachte, mache man eine Oeffnung in den Boden des Tiegels, und laſſe das Metall allmählich herauslaufen; wenn nichts mehr ausfließen wolle, ſo finde man die innern Wände des Tiegels, und die unterſte Seite der Oberfläche des Metalls mit ſchönen metalliſchen Kryſtallen überzogen. Auf eben dieſe Art müſſe man auch verfahren, wenn man andere Metalle in regelmäßige Kryſtalle verwandeln wolle. Die nähmliche Erſcheinung nehme man auch bey den Schlacken des Glaſes, und der Eiſenerze

ſenerze, welche anſchießen, gewahr. Er glaube daher, daß das Waſſer dieſelbe Wirkung auf die glühende Lava hervorbringe; der äußere Theil derſelben, welcher das Waſſer berühre, werde feſt, indeß der ganze innere Theil der Maſſe noch glühend heiß, und alſo auch mehr oder weniger ausgedehnt ſey; allein er erkalte bald, und ziehe ſich daher zuſammen, es entſtehe eine Leere, und die Kryſtalliſation erfolge eben ſo, wie in den metalliſchen Subſtanzen. De la Metherie betrachtet nähmlich die Baſaltprismen als wahre Kryſtallen, weil ſie ſo regelmäßig ſind, und ſo glatte Flächen haben, wie andere Kryſtallen. Einfache mechaniſche Zuſammenziehungen zeigten uns nie eine ſolche Regelmäßigkeit; der getrocknete Thon z. B. ziehe ſich zuſammen, aber er ſtelle keinen regelmäßig geſtalteten Körper dar. Uebrigens dürften uns die ſehr großen Kryſtallen, welche mehrere Füße im Durchmeſſer hätten, und 60 bis 80 Fuß lang wären, eben ſo wenig wundern, als diejenigen Kryſtallen, deren Durchmeſſer nur eine Linie ausmache; denn es gebe auch unter den regelmäßig geſtalteten Produkten des Mineralreichs, welche mittelſt des Waſſers angeſchoſſen wären, Kryſtallen, z. B. Quarze, Kalkſpate, Flußſpate u. dergl. die eine beträchtliche Größe hätten.

Es ſcheint alſo bis jetzt noch nicht völlig entſchieden zu ſeyn, ob der Baſalt wirklich vulkaniſchen oder neptuniſchen Urſprungs ſey.

Eben ſo zweifelhaft iſt man über den Urſprung des rheinländiſchen Mühlſteines, welcher bey Niedermennich 24 Klaftern tief unter Steinlagern bricht, die voll von Bimſteinbrocken ſind; auch am Hekla, in Böhmen und Oeſterreich gefunden wird; des Backofenſteines (pierre à four) bey Bell im Erzſtifte Trier; und der Baſaltblende, welche ſich nur in Baſalt, Bimſtein, Traß und Lava eingewachſen findet. Der Mühlen- und Backofenſtein ſind in vielen Stücken den Laven ſehr ähnlich, und werden daher von vielen Naturforſchern als wirklich vulkaniſche Produkte gehalten.

Sonſt gibt es aber verſchiedene bekannte fremde Subſtanzen, welche in den Laven vorkommen, oder gleichſam darin eingehüllt ſind. Dieſe laſſen ſich unter zwey Hauptclaſſen bringen; die erſtere derſelben begreift diejenigen Subſtanzen in ſich, die den Vulkanen keineswegs allein eigen ſind; zur zweyten aber gehören diejenigen Foſſilien, die man bisher bloß in vulkaniſchen Materien getroffen hat. Von den erſtern kennt man ſechs, nähmlich, Feldſpat, Glimmer, rother Granat, gemeiner Hyacinth, gemeiner Zeolith und Kalkſpat; die Anzahl der andern aber iſt weit beträchtlicher. Es gehört dahin 1) der Olivin oder vulkaniſche Chryſolith, 2) der Sommit, 3) der weiße Hyacinth vom Berge Somma, 4) der Leucit oder weiße Granat, 5) der harte Zeolith des Herrn Dolomieu, den dieſer auf dem Aetna gefunden hat, 6) der granatartige Zeolith, 7) der Hyacinthin, 8) der grüne Schörl der Vulkane, 9) die Hornblende oder der ſchwarze vulkaniſche Schörl, 10) der Vulkanit. Herr Sauſſüre *) führt außerdem noch drey Mineralien an, welche er ganz ausſchließend in den vulkaniſchen Bergen im Breisgau gefunden hat, und welchen er folgende Nahmen gegeben, 1) der Chuſit; dieß Foſſil hat eine wachsgelbe, bleiche oder grünliche Farbe, iſt durchſcheinend, hat einen gleichartigen und glänzenden Bruch, und ſieht gleichſam fettig aus, 2) der Limbit; dieſer hat eine braungelbe, mehr oder weniger dunkle Farbe, iſt an den Kanten durchſcheinend, und wallt beym Schmelzen auf, 3) der Sideroclept, hat eine gelblich grüne Farbe und iſt durchſcheinend; vor dem Löthrohre kommt er, wenn lange genug geblaſen wird, in Fluß, und gibt ein durchſichtiges Glas.

Eine merkwürdige Beobachtung bey Ergießung der Laven iſt dieſe, daß ſie zuweilen mehrere Jahre im Fluſſe ſind, ohne daß ſie feſt werden. Die Lave z. B. welche der Aetna im Jahre 1614. auswarf, floß 10 Jahre lang, und breitete ſich zwey italieniſche Meilen aus. Die Urſache dieſer Erſcheinung ſcheint in der That ſo leicht nicht zu ſeyn; denn

*) Journal de Phyſique 1794. Cahier 5.

denn es iſt bekannt, daß alle diejenige Materie, die wir vermittelſt des Feuers in Fluß bringen, ſich auf eine ganz andere Art verhalte; die Metalle z. B., die eine weit größere Dichtigkeit, als die Laven, beſitzen, behalten ihre Wärme bey weiten nicht ſo lange bey ſich; gewöhnlicher Weiſe nehmen aber auch die Laven bald, nachdem ſie aus den Vulkanen abgefloſſen ſind, eine feſte Conſiſtenz an. Herr Dolomieu hat aus jener Beobachtung geſolgert, daß das unterirdiſche Feuer ganz anders wirke, als unſer künſtliches Feuer; denn wenn man eine Maſſe von Lava in einem Ofen in Fluß gebracht hat, ſo erkaltet ſie nach Nachlaſſung des Feuers ſehr bald wieder. Er glaubt daher, daß die Laven eine verbrennliche Materie in ſich enthalten, welche die ganze Zeit über ſehr ſchwach brenne, und ſo die Lava in einem flüſſigen Zuſtande erhalte, ohne daß ſie ihr einen ſehr anſehnlichen Wärmegrad mittheile. Um dieſe ſeine Meinung zu unterſtützen, führt er Beyſpiele von Laven an, welche, nachdem ſie aus den Vulkanen herausgefloſſen waren, weiße Dämpfe von ſich gaben, die ſich zuweilen entzündeten; ſo gab z. B. die Lava, welche der Aetna in den Jahren 1761. und 1762. ausgeworfen hatte, 24 Jahre lang nach ihrem Abfluſſe, einen ſolchen weißen Rauch von ſich, der oft in Flamme ausbrach. Zu dieſer Erklärung Dolomieu's führt de la Metherie noch folgende Bemerkungen an:

1) Der angeführte Fall trete ſelten ein; denn die gewöhnlichen Laven würden bald feſt; daher müßten hier beſondere zufällige Urſachen Statt finden.

2) Sey es nicht zweifelhaft, daß das unterirdiſche Feuer unter vielen Umſtänden eine große Wirkſamkeit beſitze, und mehrere Materien wirklich verglaſe. Ja, ſelbſt die dichte Lave beſitze einen großen Grad von Wärme; ſie wären ſämmtlich roth und glühend, und zündeten ſelbſt noch einige Monathe nach ihrem Abfluſſe aus dem Vulkane alle verbrennliche Materien, die ſie auf dem Wege anträfen. Indeſſen habe dieſe Lave zuweilen einige Portionen verbrennlicher Materien, wodurch ſie in Fluß gebracht, in ſich, und dieſe brenne zuweilen mehrere

rere Jahre; dieſe verbrennliche Materie werde entweder Schwefel, oder Steinkohlen, oder ein Metall, z. B. Zink, Arſenik oder Eiſen ſeyn. Uebrigens müſſe man aber nicht vergeſſen, daß dieſe Erſcheinung nur ſelten beobachtet werde, vielmehr verhärteten gewöhnlich die meiſten Laven bald, und diejenigen, welche ſich auf die entgegengeſetzte Art verhielten, machten nur eine Ausnahme von der Regel. Vielleicht könnten aber auch an dieſer Erſcheinung örtliche Umſtände, mit welchen wir noch nicht hinlänglich bekannt wären, Schuld ſeyn; vielleicht wäre der Boden, auf welchem die Lave hingefloſſen, heiß geweſen, weil ſich unter ihm eine vulkaniſche Höhle befunden.

Außer den vulkaniſchen Steinen, welche als wirkliche Produkte der Vulkane betrachtet werden können, gibt es noch eine Menge anderer vulkaniſchen Materien, welche durch Einwirkung des unterirdiſchen Feuers erzeugt werden. Zu den ſalzartigen vulkaniſchen Subſtanzen gehören flüchtige Schwefelſäure, wie z. B. auf der Solfatara und bey Viterbo, wo eine dünne Schwefelſäure aus Ritzen läuft; Luftſäure, Kochſalz, Salmiak; zu den brennbaren Bergöhl, Schwefel, brennbare Luft. Auf dem naſſen Wege erzeugen ſich vorzüglich in den Vulkanen Luftſäure, Alaun, Eiſenvitriol, auch wohl mehrere Mittelſalze, die ſich in Waſſer auflöſen, und zur Entſtehung warmer Quellen und anderer mineraliſcher Wäſſer Veranlaſſung geben, die ſich in der Nachbarſchaft der Vulkane ſo häufig finden.

M. ſ. Bergman phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel. Aus dem Schwed. durch Röhl. B. II. §. 150. De la Metherie Theorie der Erde. Aus dem Franz. durch Eſchenbach. Leipz. 1797. 8. Th. II. §. 165. f. §. 289. f.

W.

Wärme, Wärmeſtoff, Wärmematerie (calor, caloricum, chaleur, calorique). Der Ausdruck Wärme überhaupt wird vornähmlich in einer dreyfachen Bedeutung gebraucht. Zuerſt verſteht man darunter die allgemein bekannte

kannte Empfindung, die wir durchs Gefühl wahrnehmen, und welche ſich mit Worten gar nicht beſchreiben läßt. In dieſer Bedeutung kann die Wärme ſo groß werden, daß ſie uns beſchwerlich, ja unerträglich wird, und dann gibt man ihr den Nahmen **Hitze**. Dieſe Empfindung erhalten wir beſonders bey ſehr heißen Sommertagen und bey der Annäherung und Berührung des Küchenfeuers, oder ſolcher Körper, welche der Wirkung des letztern eine Zeit lang ausgeſetzt geweſen ſind. Daher betrachten wir ſie auch als eine Wirkung des ſo genannten Sonnenfeuers oder des Küchenfeuers. Die entgegengeſetzte Empfindung des Mangels der Wärme nennen wir **Kälte**. M. ſ. **Kälte**.

Zweytens verſteht man unter dem Worte **Wärme** den Zuſtand der Körper, in welchem ſie die angeführte Empfindung bey der Berührung oder Annäherung in uns verurſachen. In dem lebenden thieriſchen Körper entwickelt ſich in ihm eine eigene Wärme, welche er ſelbſt empfindet. In dieſer Bedeutung iſt der Begriff von Wärme bloß relativ; denn es kann Menſchen geben, welche Wärme empfinden, da andere oft Kälte empfinden. Es kommt hier bloß darauf an, in welchem Körper die Urſache dieſer Empfindung wirkſamer iſt. Findet dieß in demjenigen Körper Statt, der den andern berührt, ſo fühlt er Kälte, im Gegentheil aber Wärme. Hiernach wäre alſo Wärme bloß derjenige Zuſtand des Körpers, in welchem die Urſache derſelben ſtärker wirkt, als in dem ihn berührenden Körper. Da wir aber in Anſehung dieſer Empfindung zu vielen Täuſchungen unterworfen ſind, und wir überdieß keinesweges annehmen können, daß es einen Körper gebe, der abſolut kalt wäre, ſo nimmt man überhaupt den Ausdruck **Wärme** für denjenigen Zuſtand des Körpers an, in welchem die Urſache derſelben ſtärker wirkt, als in einem andern Körper, ohne darauf Rückſicht zu nehmen, ob er bey der Berührung in uns eine Empfindung der Wärme oder der Kälte erregt. In dieſer Bedeutung iſt ſelbſt in gefrorenen flüſſigen Materien noch Wärme, d. h. ſie ſind noch in einem Zuſtande, der noch auf andere Materien wirkt, indem

indem er ſich denſelben mitzutheilen, und bis zu einem gewiſſen Gewichte zu verbreiten ſtrebt.

Endlich drittens verſteht man noch unter dem Ausdrucke **Wärme** die objektive Urſache ſelbſt, durch welche jene Empfindung und jener Zuſtand der Körper hervorgebracht wird. Da wir nun bey dem gewöhnlichen Feuer jene Empfindung vorzüglich in einem hohen Grade wahrnehmen, ſo iſt es lange Zeit gewöhnlich geweſen, dieſe Urſache derſelben unter dem Nahmen **Feuermaterie**, **Feuer**, **Elementarfeuer** zu begreifen. Jetzt gebraucht man lieber den Ausdruck **Wärmeſtoff**, **Wärmematerie**, und verſteht unter dem Worte **Feuer** die Verbindung von Licht und Wärme. Es iſt auch ſchicklicher, und dem richtigen Sprachgebrauche gemäßer, das Feuer in der eben angeführten Bedeutung vom Wärmeſtoffe zu unterſcheiden. Ich werde daher zuerſt das nöthigſte vom Wärmeſtoffe und alsdann das vom Feuer anführen.

Ungeachtet es bis jetzt noch nicht ausgemacht zu ſeyn ſcheint, ob es wirklich einen Wärmeſtoff gebe, ſo kann man doch bis auf weitere Unterſuchungen anfänglich einen ſolchen annehmen, um beſonders erſt auf Erſcheinungen aufmerkſamer zu werden, bey welchen Wärme erzeugt wird. Es gibt verſchiedene Mittel, wodurch die Körper in einen ſolchen Zuſtand verſetzt werden können, daß ſie in uns die Empfindung der Wärme hervorbringen, oder auch andere Körper in ihrer ſo genannten Temperatur erhöhen. Auf eine unmittelbare Art wird Wärme hervorgebracht:

1) Durch Reiben der Körper an einander. Dieſes Mittel, durch welches Körper endlich in einen ſolchen Zuſtand verſetzt werden können, daß ſie glühend werden und in Flamme ausbrechen, iſt ſchon von uralten Zeiten her bekannt geweſen. Auf dieſe Art zündeten die Alten ihr Feuer an [α]), und die Araber gebrauchten hierzu zwey Hölzer, welche ſie **March** und **Aphar**, auch beyde **Zabdan** (die zwey Reiber) nannten [β]). Sonſt gibt es unzählbare Beyſpiele, bey

α) S. *Plini*. hiſt. nat. Lib. XVI. cap. 40.

β) S. Michaelis von alten Mitteln, Feuer anzuzünden in ſeinen vermiſchten Schriften. S. 97. f.

bey welchen durchs Reiben der Körper an einander Wärme hervorgebracht wird. Der Grad derſelben wird um deſto größer, je ſtärker ſie an einander gedruckt, und je ſchneller ſie an einander bewegt werden, wie z. B. beym Schleifen, Drechſeln, Bohren, Sägen, Hämmern der Metalle u. dergl. So verbrennt ſich ein Menſch die Hände, wenn er ſich von einer Höhe an einem Seile ſchnell herabläßt; auch können ſich die Axen an den Wagenrädern, und die Zapfenlager der Mühlwellen entzünden, wenn ſie nicht gehörig eingeſchmiert ſind. Daß im luftleeren Raume eben ſo gut, wie im luftvollen, durch Reibung Wärme entſteht, hat ſchon Boyle verſucht, und Hawksbee und s'Graveſande haben durch eigene Vorrichtungen wahrgenommen, daß ſich die durch Reiben erregte Wärme im leeren Raume ſtärker und ſchneller, als in der Luft zeigte. Dieſe Erfahrungen ſind nach der Zeit durchgängig beſtätigt worden. Beddoes [α]) ließ ein Flintenſchloß im luftleeren Raume und im kohlenſauren Gas abſchnappen, und fand mittelſt eines Vergrößerungsglaſes offenbar geſchmolzene Stahlkügelchen, obgleich kein Licht hervorgebracht werden konnte. Andere Phyſiker wollten aber im luftleeren Raume auf dieſe Art keine Stahlkügelchen wahrgenommen haben, ſondern bloß irreguläre abgeſchlagene Stahlſtückchen. Vorzüglich merkwürdig ſind einige Verſuche, welche Pictet [β]) über das Reiben der Körper angeſtellt hat. Er wurde dadurch überzeugt, daß durch gleiches Reiben eine ſtärkere Wärme im luftleeren Raume, als in der freyen Luft, erregt wird. Dieß fand er beſonders merklich, wenn Körper von ungleicher Härte, oder überhaupt weiche Körper gerieben wurden, wodurch das Thermometer allemahl höher ſtieg, als durch Reibung ſtarker Subſtanzen. Wenn ſich eine meſſingene Schale an einem Stücke weichen Holzes rieb, ſo ſtieg das Thermometer um $\frac{7}{10}$ Grad; dagegen brachte eine hölzerne

α) Contributions to phyſical and medical Knowledge, principally from the Weſt of England, collected by *Thomas Beddoes*. Lond. 1799. 8.

β) Verſuche über das Feuer. Aus dem Franz. Tübing. 1790. 8. Cap. 9.

hölzerne Schale ſtatt einer meſſingenen in der Luft auf 2,1 und im leeren Raume auf 2,4 Grade höher. In comprimirter Luft, in welcher die Barometerprobe 48 Zoll zeigte, ſtieg die Wärme nur um 0,5 Grade. Fütterte er die Höhlung der Schale mit etwas Baumwolle aus, welche nur an wenig Punkten den untern Theil der Kugel am Thermometer berührte, ſo ſtieg das Thermometer während des Umlaufs um 5 bis 6 Grade, ohne daß am äußern Rande der Schale ein Reiben vorging. Es waren alſo die feinen Faſern der Baumwolle unter allen das wirkſamſte Mittel, durch Reiben Wärme hervorzubringen. Herr Pictet war anfänglich der Meinung, daß die Wärme, welche durchs Reiben der Körper an einander entſteht, aus einer mechaniſchen Zerſetzung der Luft zwiſchen den beyden reibenden Flächen herrühren könne; allein dieſe Verſuche überzeugten ihn, daß weder die Luft, noch die Härte der reibenden Subſtanzen, die unmittelbare Urſache der Wärme ſeyn könne. Er vermuthet daher, dieſe Urſache liege vielleicht in der durchs Reiben erregten Elektricität, oder in einer ſchwingenden Bewegung, in welche der Wärmeſtoff zwiſchen den reibenden Flächen verſetzt werde. So behaupte auch Thompſon *), daß die Exploſion des Pulvers den Wärmeſtoff in eine ſchwingende Bewegung verſetze, und erkläre daraus, warum der Lauf eines Geſchützes weit ſtärker erhitzt werde, wenn es bloß mit Pulver, als wenn es zugleich mit einer Kugel geladen ſey, weil nähmlich die Exploſion des Pulvers ohne Kugel den Wärmeſtoff in weit ſtärkere Schwingungen verſetze, die Kugel aber dieſe hindere. Ueberhaupt habe Thompſon überzeugend bewieſen, daß das entzündete Pulver nur einen ſehr geringen Theil von der Wärme hergeben könne, welche nach dem Schuſſe an dem Laufe gefühlt werde. Es frage ſich nun aber weiter, welche Eigenſchaft der Körper es ſey, welche dieſe Schwingungen des Wärmeſtoffs erzeuge? Die Elaſticität ſcheine es, obigen Verſuchen nach, nicht zu ſeyn. Vielleicht wirke die ſpecifiſche Wärme der Subſtanzen und ihr Leitungsvermögen

*) Philoſ. Transact. Vol. LXXI. P. II.

mögen für die Wärmematerie mit bey den Erſcheinungen des Reibens, welches die Experimentaluntersuchung ſehr verwickelt und ſchwer machen würde. Herr **Beddoes** ſuchte aus dem kurz vorhin erwähnten Verſuche die Meinung derjenigen zu widerlegen, welche glauben, daß das Licht eine bloße Modification oder Wirkung der Wärme ſey. Er behauptet vielmehr, Licht ſey eine Materie eigenthümlicher Art; Wärme aber, oder die Kraft der Repulſion, ſey keine Materie. Die Phänomene der Repulſion entſtehen von keiner eigentlichen elaſtiſchen Flüſſigkeit, oder, Wärmeſtoff iſt gar nicht vorhanden. Das von zwey mit Draht an zwey eiſerne Stangen befeſtigten, und an einander geriebenen, Stücken Eis von 29° Temperatur entſtandene Waſſer hatte eine Temperatur von 35°. Eis hat aber keine Anziehung für Sauerſtoff. Wärme könne alſo durch eine eigenthümliche Bewegung, wahrſcheinlich eine Vibration der kleinſten Beſtandtheile der Körper, um ſie von einander zu trennen, definirt, und repulſive Bewegung genannt werden. Sie könne durch Reibung oder Stoß erzeugt oder vielmehr erhöhet werden. Dieſe Meinung, daß die Wärme in einer Schwingung der kleinſten Beſtandtheile der Körper beſtehe, iſt nicht neu; ſchon **Baco von Verulam** hat ſie angenommen; in den neueſten Zeiten hat man ſie nur mehr mit dem dynamiſchen Syſtem zu vereinigen geſucht, wovon man mehr in der Schrift des Herrn D. **Wagner** [α]) nachleſen kann. Dagegen haben aber auch ſchon längſt andere, und vielleicht mit noch größerm Rechte, wie z. B. der Herr **von Wolf**, eine eigene Wärmematerie behauptet, welche durchs Reiben der Körper in eine ſchnellere Bewegung verſetzt werde, und daher ſtärker wirke.

Ueberhaupt aber iſt die Entſtehung der Wärme durchs Reiben zweyer Körper an einander, ſo gemein dieſe Erſcheinung iſt, ſo leicht nicht zu erklären. Nach Herrn **Gren** [β]) ſcheint hierbey ſo viel ausgemacht zu ſeyn, daß eine plötzliche und

α) Theorie der Wärme und des Lichts Leipz. 1802. 8.
β) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 637.

und ſtarke Zuſammendrückung der ſich reibenden Körper Statt finden müſſe, wenn dadurch Hitze erregt werden ſoll, wie auch das Geräuſch, das beym Reiben immer zugegen ſey, beſtätige. Vielleicht werde nun durch dieſe plötzliche Zunahme der Dichtigkeit der Theile ihre Capacität oder ihre ſpecifiſche Wärme vermindert, und ſo Anhäufung von freyem Wärmeſtoffe, oder Temperaturerhöhung zuwege gebracht. Hieraus ließe ſich erklären, wie bey übrigens gleichen Umſtänden und gleichen Körpern die Entſtehung der Wärme um deſto größer ſey, je heftiger das Reiben geſchieht, oder je ſchneller und ſtärker die ſucceſſiven Zuſammendrückungen und Schwingungen der Theile erfolgen. Ferner lehrten die Erfahrungen, daß die Leitungskraft der Körper für die Wärme auf die Erregung der Hitze vielen Einfluß habe, und daß dieſe bey gleicher Stärke der Reibung um deſto größer ſey, je ſchlechtere Leiter für die Wärme die reibenden Subſtanzen wären. Die Luft, welche die reibenden Subſtanzen berühre, könne daher auch Wärmetheilchen ſchnell genug ableiten, daß ihre Wirkung nicht bemerkbar werde, wenn die Wirkung des Reibens nur ſchwach ſey; und wirklich habe Pictet auch im luftleeren Raume die Wirkung des Reibens größer, als im luftvollen gefunden, was zu gleicher Zeit beweiſe, daß die Luft ſelbſt die beym Reiben feſter Körper erregte Wärme nicht hergebe. Freylich könne aber beym Reiben entzündlicher Subſtanzen die Temperatur derſelben bis zu ihrer Entzündungshitze erregt und dadurch Verbrennen hervorgebracht werden, wobey dann die Luft allerdings zur Erzeugung der Hitze wirkſam ſey. Flüſſige Körper könnten ſich wegen der Verſchiebbarkeit ihrer Theile nicht unter einander reiben, wie man ſonſt angenommen. In ihnen ſelbſt ſey daher dieſe Art der Erregung der Wärme nicht möglich. Bey elaſtiſchen Flüſſigkeiten könne jedoch durch plötzliche Zuſammendrückung derſelben auf eine ähnliche Art, wie beym Reiben, Wärmeſtoff angehäuft werden, wie die Temperaturerhöhung der Luft beym ſchnellen Comprimiren derſelben offenbar beweiſe.

2)

2) Können die Körper unmittelbar durch Einwirkung des Sonnenlichts erwärmt werden. Hierbey findet aber ein merklicher Unterſchied Statt. Es werden nähmlich die verſchiedentlich gefärbten Körper bey gleichem Einfluſſe der Sonnenwärme darauf nicht gleich ſtark und gleich ſchnell erwärmt. Schwarze und dunkel gefärbte Körper werden von den Sonnenſtrahlen ſtärker erhitzt, als weiße und hell gefärbte derſelben Art. Zwey harmonirende Thermometer, wovon die Kugel des einen durch Rauch geſchwärzt worden, die des andern aber rein gelaſſen iſt, den Sonnenſtrahlen unter einerley Umſtänden ausgeſetzt, werden nicht gleichförmig erhitzt werden; das geſchwärzte wird eine höhere Temperatur anzeigen, als das helle; ja Pictet und Cavallo haben wahrgenommen, daß Thermometer mit geſchwärzten Kugeln ſchon am Tageslichte höher ſtehen, als ſolche, deren Kugeln rein ſind. Verſuche über die ungleiche Erwärmung verſchiedentlich gefärbter, und ſchwarzer und weißer Körper bey gleicher Intenſität des darauf fallenden Sonnenlichts haben Muſſchenbroek α), Franklin β), de Sauſſure γ) und Pictet δ) angeſtellt. Es entſteht aber hier die wichtige Frage, auf welche Art erwärmen die Sonnenſtrahlen die denſelben ausgeſetzten Körper; erhält vielleicht das Sonnenlicht ſelbſt Wärmeſtoff, und macht die Körper nur durch Mittheilung desſelben warm, oder erregt es nur in den Körpern Wärme auf irgend eine Art? Dieſe Fragen ſind von je her verſchiedentlich beantwortet worden, und ſcheinen bis jetzt noch nicht völlig aufs reine gekommen zu ſeyn. Sonſt war man der Meinung, daß das Sonnenlicht wirklich Wärmeſtoff auf die Erde herabſende, und die Körper dadurch warm mache. Allein de Lüc ε) ſuchte zu zeigen, daß die Sonnenſtrahlen nicht

α) Introduct. ad philoſ. natur. T. II. §. 1620. ſq.
β) Lettres on philoſophical ſubjects. lett. 56.
γ) Verſuche über das Feuer. §. 183. f.
δ) Reiſe durch die Alpen. Th. IV. §. 932 S. 109.
ε) Briefe über die Geſchichte der Erde ꝛc. Br. 141. ingl. Syſtem über die Wärme in den Leipz. Samml. zur Phyſik u. Naturgeſch. B. II. St. 6. S. 643. f.

nicht wirkliche Wärme mittheilen, ſondern nur die in den Körpern ſelbſt befindliche rege machen. Er glaubte dieß aus Beobachtungen des Herrn Pictet zu beſtätigen, welche letzterer nachher ausführlich beſchrieben, und mehrere Folgen daraus gezogen hat *). An einem ſenkrecht aufgerichteten Maſtbaume wurden einige Thermometer in verſchiedenen Höhen, insbeſondere eines 75 Fuß hoch über der Erde an freyer Sonne, und ein anderes 5 Fuß hoch über dem Boden im Schatten, angebracht, und der Gang derſelben mit Sorgfalt beobachtet. Dieſe Beobachtungen zeigten Herrn Pictet folgende merkwürdige Erſcheinungen. Des Morgens, 2 bis 2½ Stunde nach Sonnenaufgang, ſtanden beyde gleich hoch; nachdem aber die Sonne höher heraufſtieg, erwärmte ſich das untere Thermometer mehr, als das obere, und der größte Unterſchied, welcher in dem wärmſten Momente des Tages Statt hatte, betrug etwa 2 Grade nach der 80theiligen Skale. Hierauf näherten ſich beyde Thermometer einander wieder, trafen einige Zeit vor Untergang zuſammen, und gingen dann auf die entgegengeſetzte Art von einander ab, indem nun das untere niedriger, als das obere, ſtand. Dieſer Unterſchied nahm von Sonnenuntergang bis zu Ende der Dämmerung ſchnell zu, und ging bis auf 2 Grad und darüber. So war der Stand die ganze Nacht durch unverändert, und einige Zeit nach Sonnenaufgang fingen die Thermometer erſt an ſich wieder einander zu nähern, und erreichten nach zwey Stunden einen übereinſtimmenden Stand. Dieſen Gang beobachteten beyde Thermometer beſtändig bey ruhigen und heitern Tagen; nur bey heftigen Winden und bey gleichförmig trübem Himmel ſtimmten beyde Thermometer faſt den ganzen Tag über zuſammen. Dieſe Verſuche dienten dem Herrn de Lüc **) vorzüglich zum Beweiſe, daß die Sonnenſtrahlen an ſich nicht warm ſind, folglich durch Mittheilung nicht erwärmen, weil in den höhern Gegenden der Atmoſphäre das von der Sonne beſchie-nene

*) Verſuche über das Feuer. S. 160. f.

**) Sechster Brief an de la Metherie in Grens Journal der Phyſik. B. IV. S. 233. f.

nene Thermometer nicht ſo viel Wärme zeigt, als ein im Schatten ſtehendes in untern Gegenden. Er erklärt dieß daher, weil die Sonnenſtrahlen in der dünnern und trockenern Luft der obern Schichten nicht ſo viel Wärmeſtoff, den ſie rege machen können, antreffen, als in der dichtern und feuchtern Luft nahe an der Erdfläche. Außerhalb der Atmoſphäre iſt alſo nach de Lüc die Sonne nicht erwärmend, ſondern nur leuchtend. Auf hohen Bergen geben die Sonnenſtrahlen mehr Helligkeit, und ſind doch weniger warm. Es läßt ſich nach de Lüc gar wohl gedenken, daß in einer ſehr großen Höhe der Atmoſphäre das Sonnenlicht gar nicht mehr erwärmt, und dennoch noch das Vermögen behält, im Brennpunkte zu zünden. Die Helligkeit desſelben nehme deſto mehr ab, je tiefer es falle, und mit der Erreichung der Erdfläche werde es faſt von allen Körpern abſorbirt; alsdann ſey Erregung der Wärme die vorzüglichſte Wirkung der Sonnenſtrahlen. Nehme man hingegen an, daß das Sonnenlicht den Wärmeſtoff ſelbſt enthielte, ſo müßte nach Sonnenuntergang gar keine Wärme mehr in dem Luftkreiſe anzutreffen ſeyn; denn welche Kräfte könnten ſie zurückhalten; ſie würde ohne Zweifel mit der nähmlichen Geſchwindigkeit entfliehen, als ſie ankam, und ſo müßte im Sommer ſtarke Hitze und Kälte mit einander ſchnell abwechſeln. Entſpringe alſo die Wärme aus der Verbindung des Lichts mit der Wärmematerie, ſo werde das erſtere durch dieſe Verbindung genöthigt, länger um die Erde und in ihr zu verweilen. Ferner bringe der Schatten eines kleinen Körpers das Queckſilber eines an der freyen Sonne hangenden Thermometers nicht zum Fallen, wohl aber der Schatten größerer Körper, wodurch die ganze Luft vor den Sonnenſtrahlen geſchützt wird; — ein Beweis, daß dieſe Strahlen nicht durch eine eigene Wärme, ſondern erſt durch die in der Luft erregten wirken. Hieraus macht nun de Lüc den Schluß, daß die Sonnenſtrahlen Wärme erregen, aber nicht ſelbſt der Wärmeſtoff ſind; denn ſobald ſie Wärme erzeugen, werden ſie ihrer vorigen Eigenſchaft beraubt, ſie ſtrahlen und leuchten nicht

mehr. Es wirken aber die Sonnenſtrahlen auf eine doppelte Art; zuerſt erzeugen ſie in den Körpern eine Wärme und dann zweytens vermehren ſie die ausdehnende Kraft des ſchon vorhandenen Wärmeſtoffs. Es erhält alſo die ganze in dem Luftkreiſe befindliche Wärmemaſſe durch das Daſeyn der Sonne eine Vergrößerung ihrer ausdehnenden Kraft, und dem Aufhören dieſer Wirkung muß man es vorzüglich zuſchreiben, daß in heitern Tagen nach Sonnenuntergang eine ſchleunige Erkältung der Atmoſphäre entſteht. Eben dadurch erklären ſich auch die abwechſelnden Jahrszeiten; denn je länger und anhaltender das Sonnenlicht über der Erdfläche wirkt, und je größer der Winkel iſt, unter welchem daſſelbe auf die Oberfläche der Körper fällt, deſto mehr Wärme wird erzeugt, und deſto mehr ausdehnende Kraft der ſchon vorhandenen vergrößert. Die Wärme, als Wirkung des freyen Feuers anderer Subſtanzen, iſt ſtets der ausdehnenden Kraft des Feuers angemeſſen; daher wird ſie auch durch die Wirkung der Lichtſtrahlen vermehrt. Allein es hat auch die Vergrößerung der ausdehnenden Kraft des Feuers durch neues Licht ihre Gränzen, denn wenn ſie eine gewiſſe Stuffe erreicht hat, ſo gibt das Feuer ſein überſchüſſiges Licht wieder her. Daraus erklärt de Lüc die Helligkeit, welche ſich in der Nacht zeigt, wenn gleich die Strahlen der andern leuchtenden Weltkörper nicht zur Erde gelangen, ingleichen die übrigen phosphoriſchen Erſcheinungen, z. B. des leuchtenden Holzes, der Lichtſauger, des in die Sonne gelegten Papiers u. ſ. w.

Nach Herrn Gren's Theorie *), welcher das Licht als eine Zuſammenſetzung von Brennſtoff und Wärmematerie betrachtet, erhitzt das Sonnenfeuer die ſeinem Einfluſſe ausgeſetzten Körper nicht allein nach Maßgabe des freyen Wärmeſtoffs, welcher dabey iſt, ſondern auch nach Maßgabe der ſtärkern oder ſchwächern Zerſetzung des Lichts, die es von dieſen Körpern erleidet. Vielleicht ſey das Verhältniß des freyen Wärmeſtoffs zum Lichte im Sonnenfeuer nur ſehr geringe;

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 816.

ringe; und daraus ließe ſich erklären, warum die Sonnenſtrahlen bey dem Durchgange durch die atmoſphäriſche Luft, welche nur wenig Licht zerſetze, die Luft ſelbſt nur wenig erwärmen könne. In der Zerſetzung des Sonnenlichts durch den Erdboden und die Körper darauf, ſey auch wohl der vorzüglichſte Grund zu ſuchen, warum die niedrigern Gegenden der Atmoſphäre an der Erdfläche eine höhere Temperatur, als die höhern Regionen derſelben beſitzen. Je mehr die Körper durch ihre Anziehung zum Brennſtoffe das Licht zerſetzen, je mehr ſondern ſie Wärmeſtoff aus dem Lichte ab, je mehr verändern ſie ſeine Action, zu erleuchten, in die zu erwärmen. Körper, welche alſo das Licht ganz, ohne zerſetzt zu werden, durchdringt, und die, welche es unzerſetzt reflektiren, können nur in ſo fern erwärmt werden, als beym Lichte freyer Wärmeſtoff iſt. Hieraus erklärt Gren die verſchiedene Erwärmung der verſchiedentlich gefärbten Körper von den Sonnenſtrahlen unter ſonſt gleichen Umſtänden.

3) Endlich entſteht auf eine unmittelbare Art Wärme bey einer ſehr großen Menge Vermiſchungen ungleichartiger Subſtanzen, z. B. des Waſſers mit lebendigem Kalke oder mit Vitriolöhl, der Oehle mit den mineraliſchen Säuren, bey ungemein vielen Auflöſungen, Gährungen, Verwitterungen und allen Arten von Selbſtentzündungen. Im Gegentheil gibt es aber auch Auflöſungen, bey welchen ſich eine Verminderung der Wärme, d. i. Kälte erzeugt. M. ſ. Kälte, künſtliche. —T. N. 4

Die meiſten Naturforſcher haben eine geraume Zeit alle unmittelbare Erregungsarten der Wärme aus einer einzigen Urſache, nähmlich aus der Reibung der Theile an einander, abzuleiten geſucht. Das Sonnenlicht ſollte die Theile der Körper erſchüttern, und ſie zu einer Reibung an einander antreiben; Auflöſungen, Gährungen, Miſchungen ſollten innere Bewegungen, mithin Reiben der Theilchen an einander, verurſachen, und dadurch Wärme erregen. Allein auf dieſe Art iſt nicht zu begreifen, wie bey Miſchungen ſich Kälte

erzeugen könne, da doch die Theile derſelben ſich eben ſo gut, wie bey ſolchen die Wärme hervorbringen, an einander reiben müſſen. Es ſcheint daher weit natürlicher zu ſeyn, daß hier ein eigenes Princip im Spiele ſey, welches bey einigen Auflöſungen wirkſamer, als bey andern, gemacht wird.

Auf eine mittelbare Art werden Körper dadurch erwärmt, daß ſie mit andern ſchon warmen Körpern in Berührung kommen, und dieſen Wärme entziehen, oder ſie werden durch **Mittheilung** der Wärme warm. Wenn ein Körper mehr Wärmematerie beſitzt, als die übrigen, und er iſt mit verſchiedenen in Berührung, ſo zeigt die Erfahrung, daß ſich die Wärmematerie in den berührenden ſo lange vertheilt, bis ein gewiſſes Gleichgewicht unter einander Statt hat, und keiner dem andern mehr abnimmt und abgibt. Da nun der Grad der fühlbaren Wärme in einem Körper ſeine Temperatur genannt wird, ſo ſagt man, es theile der wärmere Körper den ihn berührenden Körpern ſo viel freye Wärme mit, bis ſie alle einerley Temperatur erhalten haben. Eben durch dieſe Mittheilung der Wärme entſteht in uns diejenige Empfindung, die wir Wärme nennen. Strömt wirklich Wärmematerie aus einem Körper in uns, ſo nennen wir ihn warm; entzieht er hingegen uns ſelbſt Wärme, ſo heiſſen wir ihn kalt. Es ſey aber nun ein Körper für unſer Gefühl entweder warm oder kalt, ſo wird er doch endlich, wenn er eine gehörige Zeit mit uns in Berührung bleibt, mit unſerm Körper ſelbſt einerley Temperatur erhalten, in welchem Falle er uns weder Wärme mehr mittheilt, noch ſie uns entzieht, und dann iſt er für unſer Gefühl weder warm noch kalt.

Es lehrt aber auch die Erfahrung, daß die verſchiedenen Körper in gleichen Zeiten nicht gleich viel Wärmeſtoff andern ihnen berührenden Körpern mittheilen, indem ihn einige länger zurückhalten, andere aber ſchnell von ſich geben. Es können daher Körper unter einander einerley Temperatur beſitzen, und gleichwohl ein oder der andere unſerm Gefühle bald wärmer, bald kälter vorkommen. So fühlt ſich Metall heißer oder kälter an, als Luft von gleicher Temperatur; ein

ein erhitzter Körper wird im Waſſer ſchneller abgekühlt, als in der Luft von derſelben Temperatur u. ſ. f. Es kann alſo unſer Gefühl keinen richtigen Maßſtab für die Temperaturen abgeben.

Ein jeder erhitzter Körper wirkt nicht allein auf unſer Gefühl, ſondern vorzüglich aufs Thermometer, und zwar nach allen Richtungen hin. Gebe es alſo wirklich einen Wärmeſtoff, ſo müßte dieſer eine expandirende Flüſſigkeit ſeyn, und man könnte ſich um jeden erhitzten Körper eine Sphäre von Wärmematerie von unbeſtimmter Größe vorſtellen, in welcher bey ihrer weitern Verbreitung die ausdehnende Kraft abnehmen muß, ſo wie ihre Dichtigkeit abnimmt. Man nennt dieſen auf ſolche Art thätigen Wärmeſtoff, den **freyen, fühlbaren, empfindbaren, thermometriſchen Wärmeſtoff.** Dieſer Wärmeſtoff iſt es auch eigentlich, welcher das Thermometer und unſer Gefühl afficirt. Nach atomiſtiſchen Principien verbreitet ſich dieſer Wärmeſtoff von einem Körper geradlinigt divergirend aus, ſo wie die Halbmeſſer einer Kugel von ihrem Mittelpunkte nach der Kugelfläche hingehen; daher ihn auch einige den **ſtrahlenden Wärmeſtoff** nennen. **Scheele** *) war der erſte, der ihm dieſen Nahmen gab; er bemerkte nähmlich, daß ſich die Wärme eigentlich auf zweyerley Art fortpflanzt, einmahl durch eine allmähliche langſame Mittheilung an das umgebende Mittel, und zweytens auch, wenn ſie in Menge vorhanden iſt, durch eine Verbreitung, vermöge ihrer Ausdehnungskraft, welche ſie in geraden Strahlen fortführt, ohne daß ſie ſich mit der Luft verbinden, und von ihr aufgenommen werden kann, bis ſie endlich in einer Entfernung dennoch in der Luft gleichſam zerfließt. Dieſe letzte Art der Fortpflanzung des Wärmeſtoffs nannte **Scheele** die **Umherſtrahlung**, und unterſchied ſie von der Mittheilung ſelbſt. Nach der dynamiſchen Lehre, wenn die Realität eines Wärmeſtoffs behauptet wird, muß er, als ein elaſtiſches flüſſiges Weſen, auch bey der größten Dünne ſeinen Raum

*) Von Luft und Feuer. S. 57.

mit Stetigkeit erfüllen, ob man ihn gleich zur anſchaulichern Erklärung mancher Erſcheinungen als ſtrahligt vorſtellen kann. Wenn alſo freyer Wärmeſtoff aus einem Punkte ausfließt, ſo folgt, daß ſeine ausdehnende Kraft im verkehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung von dem Punkte abnehmen müſſe.

Wenn ein Körper, deſſen Temperatur um ein Merkliches über die des umgebenden Mittels und eines darin befindlichen Thermometers erhöhet iſt, dieſem Thermometer nahe genug gebracht wird, es ſey auf welcher Seite es wolle, ſo wird dieſes Thermometer eine höhere Temperatur zeigen. Es bleibt aber dieſe erhöhete Temperatur nicht beſtändig, ſondern ſie wird nach und nach zu der des umgebenden Mittels wieder zurückkommen. Dieß folgt aus der Verbreitung des freyen Wärmeſtoffs. Denn ein jeder erhitzter Körper, wenn er nicht beſtändig Zufluß von Wärme anders woher erhält, verliert nach und nach ſeinen Ueberſchuß der Temperatur über die umgebenden; und es iſt kein Körper auf der Erde bekannt, welcher eine erhöhete Temperatur erhalten, und die Zerſtreuung des von ihm ausfließenden Wärmeſtoffs verhindern könnte. Daher gibt es auch für den Wärmeſtoff keine undurchdringliche Hülle. Die Atomiſtiker, welche alle Materie als abſolut undurchdringlich annehmen, erklären ſich das Erwärmen der Körper und das Zunehmen der Temperatur, aus dem in ihre leere Zwiſchenräume tretenden und durch dieſe ſtrömenden Wärmeſtoffe, und deſſen zunehmender Dichtigkeit. Allein dieſer Vorſtellung gemäß würden bloß die leeren Zwiſchenräume warm, und die materiellen Theile der Körper müßten abſolut kalt ſeyn. Gleichwohl behaupten ſie auch, daß die verſchiedenen Körper gegen die Wärmematerie, als ein Auflöſungsmittel, verſchiedene Verwandtſchaften beſitzen. Da aber nach der atomiſtiſchen Lehrart gar keine Auflöſung Statt finden kann, indem hiernach bloß eine Nebeneinanderſtellung der Wärmeatomen mit den Atomen der Körper, in deren leeren Zwiſchenräumen ſich der Wärmeſtoff aufhält, zu gedenken iſt; ſo läßt

ſich nicht einmahl begreifen, wie ſich der Wärmeſtoff in den leeren Zwiſchenräumchen anhäufen und verdichten könne; denn ſchon Adhäſion ſetzt eine Verwandtſchaft der einen Materie gegen die andere voraus. Es ſcheint alſo vielmehr dynamiſch betrachtet eine wahre chemiſche Durchdringung des Wärmeſtoffs mit dem materiellen Theilen der Körper Statt zu finden, wenn das Daſeyn eines Wärmeſtoffs behauptet wird.

Wenn alſo ein erhitzter Körper mit einem kältern in Berührung kommt, ſo pflanzt ſich die Wärme aus jenem in dieſen fort, und der kältere Körper entzieht den Ueberfluß der Wärme dem wärmern; der kältere Körper erhält alſo Wärmeſtoff, und der erhitzte verliert ſolchen; dieß dauert ſo lange, bis das Thermometer in dem kältern Körper eine gleiche Temperatur mit dem erhitzten anzeigt. Dieß Geſetz der Mittheilung der Wärmematerie läßt ſich ſo ausdrücken: **alle Körper eines Syſtems gelangen über lang oder kurz zu gleicher Temperatur**, oder das Thermometer zeigt bey allen einerley Grad.

Man muß aber hieraus keinesweges folgern, wie **Boerhaave** glaubte, daß jeder Körper im gleichen Volumen oder bey gleicher Menge von Materie gleich viel abſolute Menge freyer Wärmematerie erhalte. Denn es richtet ſich keinesweges die abſolute Menge der Wärmematerie, welche ein gewiſſer Körper in ſich nimmt, um mit den übrigen gleiche Temperatur zu beſitzen, nach dem Volumen, auch nicht nach der Maſſe, ſondern vielmehr nach einer eigenen Verwandtſchaft gegen die Wärmematerie. Ungleichartige Körper erfordern alſo bey gleichen Maſſen ungleiche Quantitäten des Wärmeſtoffs, um gleiche Veränderungen der Temperatur zuwege zu bringen. Und eben das Verhältniß der Quantitäten freyer Wärmematerie in ungleichartigen Körpern, bey gleicher Temperatur und gleicher Maſſe, nennen die Phyſiker **ſpecifiſche Wärme, comparative Wärme, Capacität der Wärme für Körper**, wovon ein eigener Artikel, **Wärme, ſpecifiſche**, handeln wird.

Weil aus einem warmen Körper nur in ſo fern freye Wärme ausſtrömt, als die ihn umgebenden Körper weniger warm ſind, ſo ſagt man, daß die Wärme eines Körpers, oder eines umgebenden Mediums, allemahl einem gleich großen Grade von Wärme in dem andern Körper das Gleichgewicht halte. Man muß ſich aber bey dieſem Gleichgewichte der Wärmematerie in Körpern von gleicher Natur keinesweges die Vorſtellung machen, daß die Wärmematerie durch ſich ſelbſt ſperrbar ſey, oder daß zwey an einander gränzende Wärmetheilchen ſich ſelbſt zurückhielten, wie zwey gleich geſpannte elaſtiſche Federn, welche Vorſtellung beſonders der Herr Hofrath Mayer in einer ſonſt ſchätzbaren Abhandlung *) zum Grunde ſeiner Unterſuchungen gelegt hat. Die Atomiſtiker, welche die Materie als abſolut undurchdringlich annehmen, müſſen freylich hierbey dem Wärmeſtoffe eine ganze eigene, durch Nichts zu erweiſende Eigenſchaft beylegen, um erklären zu können, daß die Wärmetheilchen einander in ihrer Bewegung nicht ſtören. So betrachtet Herr Prevoſt β), nach des Herrn le Sage Syſtem, den Wärmeſtoff als eine discrete Flüſſigkeit, deren Theile, wie das Licht, ſtrahlend, und durch große Zwiſchenräume von einander getrennt ſind. So wie nun das Licht anderes bewegtes Licht nicht aufhält, ſo wird auch der ſtrahlende oder freye Wärmeſtoff von dem auf der Erde aller Orten verbreiteten Wärmeſtoffe keine Störung leiden, ſondern es werden zwiſchen jeden zwey Theilen große Zwiſchenräume bleiben, um mehrere andere Ströme von Wärmetheilchen ungehindert hindurch zu laſſen. Allein es wird hier die nähmliche Schwierigkeit eintreten, die beym Lichte Statt findet, und unter dem Artikel, Licht (Th. III. S. 256.) angeführt iſt. Vielmehr ſcheint ſich Alles ungezwungener nach der dynamiſchen Lehre, auch bey der Behauptung einer Wärmematerie, zu erklären, indem hiernach

*) Ueber die Geſetze und Modificationen des Wärmeſtoffs. Erlangen, 1791. 8.

β) Recherches phyſico-mecaniques ſur la chaleur, Genev. et Paris 1792. 8.

hiernach die Wärmematerie ohne großes Hinderniß ſich ſelbſt nach allen möglichen Richtungen durchdringen kann.

Es beſteht alſo eigentlich das Gleichgewicht der Wärme in der Gleichheit der durch die Verbreitung des freyen Wärmeſtoffs hervorgebrachten Wechſel. Wenn nähmlich zwey benachbarte Körper einander Wärmetheilchen zuſenden, und zwar in einer beſtimmten Zeit, oder, welches eben das iſt, wenn in einerley Zeit in dem einen Körper ſo viele freye Wärmetheilchen aus dem andern ſtrömen, als von ihm zu demſelben treten, ſo ändert ſich natürlich die Temperatur nicht, weil die Quantität der freyen Wärmetheilchen in den Körpern gleich bleibt, und von derſelben die Temperatur abhängt. Wenn hingegen der Wärmeſtoff in dem einen Körper ſeine ausdehnende Kraft verliert, ſo würde ihm von dem andern mehr davon zuſtrömen, als er jenem wieder zuſendet, und ſo würde die Temperatur in jenem abnehmen; und dieß würde ſo lange dauren, bis die Wechſel ihrer Wärmetheilchen wieder gleich wären. Wenn daher ein Körper in einerley Zeit eben ſo viel freye Wärmetheile ausſtrömt, als er erhält, ſo iſt ſeine Temperatur daurend; empfängt er aber mehr, als er ausſtrömt, ohne dieſe empfangenen Wärmetheilchen unwirkſam zu machen, ſo wird ſeine Temperatur erhöht, d. i. er wird erhitzt werden; ſendet er endlich mehr Wärmetheilchen aus, als er behält, ſo wird ſeine Temperatur vermindert, d. h. er wird erkaltet werden. Ein jeder Körper, dem Wärmeſtoff zugeführt wird, kann in einer gewiſſen Zeit nur eine beſtimmte Quantität Wärmetheilchen erhalten, alſo muß auch für ihn eine gewiſſe Zeit nöthig ſeyn, um einen gegebenen Grad von Temperatur zu erreichen, oder bis zu einem gewiſſen Grade erhitzt zu werden. Wenn alſo bey verſchiedenen Körpern die Maſſen, Volumina, und ihre Leitungskraft für die Wärme gleich geſetzt werden, ſo muß nothwendig ihre durch die Mittheilung erhaltene Temperatur von der Zeit und der Intenſität des Wärmeſtoffs abhangen. Folglich muß die Zunahme der Temperatur ein und des nähmlichen Körpers (ſo lange lange ſeine Natur unverändert bleibt,) in einer gege-

gegebenen Zeit der Intenſität der Wärme des wärmeverbreitenden Körpers proportional ſeyn. Blieb aber Intenſität der Wärme des wärmeverbreitenden Körpers unverändert, ſo muß dieſe Zunahme der Zeit proportional ſeyn, wenn nähmlich aus dem erwärmten Körper kein Wärmeſtoff wieder ausſtrömen, oder ſonſt wieder unwirkſam gemacht werden kann. Aus dieſen beyden Sätzen folgt alſo, daß die Anhäufung der Wärmematerie in einem Raume, aus welchem ſie nicht wieder herausgeht, in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Zeit und der Intenſität der Wärme des die Wärmematerie ausſtrömenden Körpers ſey, oder ſich verhalte, wie das Produkt der Intenſität der Wärme der ausfließenden Wärmematerie mit der Zeit multiplicirt. In dem nähmlichen Verhältniſſe wird auch die aus einem Körper ausfließende Wärmematerie ſeyn, wenn die Temperatur desſelben gleich bleibt. Mithin muß in gleicher Zeit aus einem erhitzten Körper doppelt ſo viele Wärmematerie ausſtrömen, wenn in ſelbigem die Dichtigkeit der freyen Wärme doppelt ſo groß iſt, und bey gleich bleibender Intenſität des Wärmeſtoffs wird er in doppelter Zeit noch einmahl ſo viel Wärmeſtoff ausſenden.

Da aber jeder Körper, der Wärmeſtoff durch Mittheilung erhält, zu gleicher Zeit Wärmeſtoff ausſtrömt, ſo iſt die Erhitzung desſelben nur die Differenz der Quantitäten dieſer ein- und ausſtrömenden Wärmetheilchen. Richmann *) leite aus einer Reihe von ihm angeſtellter Verſuche das Geſetz ab, welches aus dem Vorhergehenden ungezwungen zu folgen ſcheint, daß die Erhitzung oder Erkältung eines der Luft ausgeſetzten Körpers, wenn die Temperatur gleich bleibt, in gleichen Zeittheilchen dem Unterſchiede der anfänglichen Temperaturen gleich ſey. Wenn ferner ein erhitzter Körper in einem kalten Medium ſich befindet, deſſen Temperatur ſich gleich bleibt, ſo führt die ausdehnende Kraft des Wärmeſtoffs in jedem gleichen Zeittheile einen Theil der Wärme des Körpers weg, welcher mit der in ihm zurückbleibenden Wär-

*) Nov. commment. Petropol. T. I. p. 191.

Wärmemenge proportional iſt. Dieſes Geſetz erwies zuerſt **Newton** α) auf eine ſinnreiche Art durch die Erkältung eines glühend gemachten Eiſens. Er brachte dieß nähmlich an einen Ort, wo der Wind an ſelbiges blies, ſo daß die durch das Eiſen erwärmte Luft beſtändig fortgetrieben, und an deren Stelle kalte mit gleichförmiger Bewegung hingebracht wurde. Auf ſolche Art mußten in gleichen Zeiten auch gleiche Theile der Luft erwärmt werden, und durch Mittheilung eine Wärme erhalten, welche der zurückbleibenden Wärme im Eiſen proportional war. **Martine** β) machte zwar gegen die Wahrheit dieſes Geſetzes Einwendungen; allein **Lambert** γ) fand es mit den Erfahrungen übereinſtimmend, und gründete darauf ſeine ſchöne Theorie der Erwärmung. Nach dieſem Geſetze nimmt die Wärme in gleichen auf einander folgenden Zeiten im geometriſchen Verhältniſſe ab, nachdem die Zeit im arithmetiſchen Verhältniſſe wächſt; daher läßt ſich jenes durch Hülfe der Logarithmen ſehr leicht finden.

Nach **Richmann** ſind die Erkältungen erhitzter Körper in einem Mittel, deſſen Temperatur ſich gleich bleibt, im geraden Verhältniſſe ihrer Oberflächen und im verkehrten ihrer Maſſen. **Boerhaave** und **Muſſchenbroek** hatten angenommen, daß die Erkältungen verſchiedener ungleichartiger Körper ſich wie ihre Dichtigkeiten verhielten. Allein dieß iſt offenbar falſch, wie auch ſchon **Martine**, **Lambert** und **Buffon** gezeigt haben. Denn es kommt hierbey nicht auf Dichtigkeit allein, ſondern vorzüglich auf Capacität und Fähigkeit, die Wärmematerie fortzuleiten, an. So behalten Federbetten ihre Wärme weit länger zurück, als eben ſo ſehr erwärmtes Metall in einem Medium von gleicher Temperatur u. ſ. f.

Wenn zwey Körper gleichartig bleiben, ſo kann es gar nicht bezweifelt werden, daß, wenn die Temperaturen derſelben

α) Opuſcul. collect. a *Caſtilianeo.* Tom. II. p. 423. u. princip. Lib. III. prop. VIII. corol. 4.

β) Diſſ. ſur la chaleur. Paris. 1751. p. 69. ſq.

γ) Pyrometrie, oder vom Maße der Wärme und des Feuers. Berl. 1779. 4. §. 258.

den gleich ſind, die abſoluten Quantitäten des freyen Wärmeſtoffs ſich darin verhalten, wie die Umfänge, oder wie die Maſſen. Es mag der Wärmeſtoff darin Abänderungen ſeiner ausdehnenden Kraft erleiden, oder nicht, ſo wird im erſten Falle dieß immer auf gleiche Art geſchehen. Hieraus folgt, daß, wenn zwey gleichartige Körper von gleichen Temperaturen mit einander gleichförmig vermengt werden, ſich die Wärmemenge beyder zuſammen gleichförmig durch das ganze Gemenge ausbreiten, und die Vertheilung des Ueberſchuſſes des freyen Wärmeſtoffs den Voluminibus oder Maſſen derſelben proportional ſeyn müſſe. Wenn alſo T, t die verſchiedenen Grade der Temperatur der zu vermengenden gleichartigen Körper, M, m ihre Maſſen oder ihre Volumina andeuten, ſo iſt die Temperatur nach der Vermengung, oder $x = \frac{T.M + t.m}{M + m}$. Dieſe ſchon von Richmann *) angegebene Regel beſtätigt die Erfahrung vollkommen, wenn das zugleich beabſichtigt wird, was von der Wärme während des Zuſammenmiſchens an die umgebende Luft, oder das Gefäß, worin man die Miſchung macht, tritt. Wenn $M = m$ wäre, ſo iſt $x = \frac{T + t}{2}$. Geſetzt, es werde 1 Pfund heißer Sand von 180° Fahrenh. mit 1 Pfund von 40° vermengt, ſo wird die Temperatur nach der Vermengung $\frac{180 + 40}{2}$ $= 110°$ werden, oder der Unterſchied 140° in dem einen Pfunde wird ſich unter beyde Pfunde gleichförmig vertheilen, ſo daß das wärmere Pfund $\frac{140}{2}$, oder 70 Grad verliert, und dagegen das kältere $\frac{140}{2} = 70°$ gewinnt. Oder wenn 10 Pfund Waſſer von 180 Grad mit 6 Pfund Waſſer von 40 Grad vermiſcht werden, ſo wird die Temperatur nach der

*) Nov. comment. Petrop. T. I. p. 152. 168. ſq.

der Miſchung $\frac{180 \cdot 10 + 40 \cdot 6}{10 + 6} = 127\frac{1}{2}$ Grad werden. Aus der Formel $x = \frac{T.M + t.m}{M + m}$ folgt, daß $M : m = x - t : T - x$ seyn müſſe. Man kann alſo hieraus finden, wie groß die Maſſen oder Gewichte zweyer gleichartiger Körper, deren verſchiedene Temperaturen gegeben ſind, ſeyn müſſen, um aus ihrer Vermengung die verlangte Temperatur herauszubringen. Man habe z. B. Waſſer von 60° und von 180°, wie iſt das Verhältniß von jedem, um eine Temperatur von 96 Grad des Gemiſchten hervorzubringen? Antw. $96 - 60 : 180 - 96 = 36 : 84 = 3 : 7$, d. h. man wird von dem Waſſer von 180 Gr. 3 Theile, und von dem von 60 Gr. 7 Theile mit einander vermiſchen müſſen, um 96° warmes zu erhalten.

Dieſe Regel findet aber keinesweges mehr Statt, ſo bald man ungleichartige Körper von verſchiedenen Temperaturen mit einander vermengt. Hier vertheilt ſich der Ueberſchuß des wärmern nicht nach Verhältniß der Gewichte dieſer Körper, und es ſind vielmehr ungleiche Quantitäten des freyen Wärmeſtoffs nöthig, um mit gleichen Gewichten gleiche Veränderungen der Temperatur zuwege zu bringen. Wenn z. B. 1 Pfund Queckſilber und 1 Pfund Waſſer, welches letztere eine höhere Temperatur hat, als das erſte, mit einander zuſammengerührt werden, ſo wird die Wärme des Gemenges allemahl größer ſeyn, als das arithmetiſche Mittel der vorigen Temperaturen; wenn aber das Queckſilber heißer iſt, als das Waſſer, ſo wird die Temperatur kleiner ſeyn, als das arithmetiſche Mittel. Dieß hat auf den Begriff von ſpeciſiſcher Wärme geführt, wovon ein eigener Artikel handeln wird.

Der freye Wärmeſtoff, welcher bey ſeiner Verbreitung auf die Fläche eines andern Körpers trifft, und davon nicht angezogen wird, oder ſie nicht durchdringt, wird nach den Geſetzen der Reflexion elaſtiſcher Körper davon wieder zurückgewor-

geworfen, und ſtrömt unter eben dem Winkel von der reflectirenden Fläche zurück, unter welchem er darauf ſtieß. Durch Hülfe der Brennſpiegel iſt man daher im Stande, die aus einem erhitzten Körper ausfließende Wärme in den einen Focus des Brennſpiegels zu ſammeln. Ein ſolcher Verſuch ſcheint nach Zahns [α]) Erzählung zuerſt in Wien angeſtellt worden zu ſeyn. Man brachte nähmlich in den Brennpunkt eines ſpäriſchen Hohlſpiegels, welcher im Diameter 6 Fuß hatte, ein eiſernes Gefäß mit glühenden Kohlen; jenem Spiegel gerade gegen über in einer Entfernung von 20 bis 24 Fuß ward ein anderer Hohlſpiegel, der im Diameter drey Fuß hatte, geſtellt, und in den Brennpunkt deſſelben ein Stück Schwamm mit einem Schwefelfaden gelegt. Als nun die Kohlen mit einem Blaſebalge beſtändig geblaſen wurden, ſo entzündete ſich endlich der Schwamm mit dem Schwefelfaden. Noch mehrere Verſuche dieſer Art haben nachher du Fay [β]), Caſſini [γ]), Pictet [δ]) und neulich Herſchel [ε]) gemacht, und dieſe Thatſache völlig beſtätigt, daß die freye Wärmematerie eben ſo, wie das Licht, den Geſetzen der Reflexion unterworfen iſt. Ob aber die freye Wärmematerie eben ſo wie das Licht in den Brenngläſern gebrochen werde, das war bisher noch nicht völlig entſchieden. Man hatte verſchiedene Verſuche mit einer Brennlinſe gemacht, aber beſtändig gefunden, daß damit durch Kohlenfeuer zwar Licht, aber keine Wärme im Brennraum hervorgebracht werde. Herr Gren meinte, ſo viel ſey gewiß, daß das Glas im Stande ſey, den freyen Wärmeſtoff beym Lichte, durch ſeine Anziehung dazu, zum Theil abzuſondern. Herr Herſchel hat aber durch ſeine neulich angeſtellten Verſuche unbezweifelt erwieſen, daß die freye Wärmematerie eben-

α) Oculus artificialis teledioptri. Fundam. III. Syntag. V. cap. VI. artif. 12.

β) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1726.

γ) Ibid an. 1747.

δ) Verſuch über das Feuer. Cap. 3.

ε) Herſchels Unterſuchungen über die Natur der Sonnenſtrahlen. Aus dem Engl. durch Harding. I. Heft. Celle. 1801, 8. S. 102. f.

ebenfalls, wie das Licht, den Geſetzen der Brechung unterworfen ſey. Um zuerſt zu zeigen, daß die unſichtbaren Wärmeſtrahlen der Sonne in einer Glaslinſe gebrochen werden, nahm er ein Dollond'ſches Brennglas, bedeckte es zur Hälfte mit Pappe, und ließ das prismatiſche Farbenbild auf die Bedeckung fallen. Die letzten ſichtbaren rothen Farbenſtrahlen brachte er $\frac{1}{10}$ Zoll vom Rande der Pappe, und ließ die außerhab des Farbenbildes befindlichen unſichtbaren Strahlen auf das Glas fallen. In dem Brennpunkte der rothen Strahlen, oder ein wenig außerhalb desſelben, ſtand die Thermometerkugel Nr. 1., und ſo nahe, als nöthig war, bey ihr die kleine Kugel von Nr. 2. Daß die dunſichtbaren Sonnenſtrahlen, welche die Wärme verurſachen, durch die Brechung genau in den Brennpunkt gebracht wurden, ergibt ſich aus folgendem Thermometerſtande

	Nr. 1. im Brennpunkte	Nr. 2. neben dem Brennpunkte
0′	57°	57°
1′	102°	57°

Dieſe Strahlen gaben alſo dem Thermometer im Brennpunkte in einer Minute 45° Wärme, während Nr. 2. gar keine Aenderung erlitt.

Hierbey war es merkwürdig, daß, ungeachtet er die rothen Strahlen des Farbenbildes auf $\frac{1}{10}$ Zoll von dem Rande des Pappendeckels entfernt hielt, dennoch immer ein wenig von der rothen Farbe auf des Thermometers Kugel ſichtbar war. Dieſer Umſtand führte auf die Vermuthung, daß die unſichtbaren Sonnenſtrahlen vielleicht durch eine gehörige Verdichtung könnten ſichtbar gemacht werden. In dieſer Rückſicht ſtellte er noch folgenden Verſuch an. Er zog nähmlich das Brennglas ſo weit zurück, daß die äußerſten rothen Strahlen $\frac{1}{2}$ Zoll von der Ecke der halbkreisförmigen pappenen Bedeckung des Glaſes entfernt waren. Hierbey verhielt ſich das Thermometer auf folgende Art:

	Nr. 2.	Nr. 3.
0′	57°	57°
1′	78°	57°

Hier

Hier war auch nicht die geringſte Farbe oder Spur von Licht auf die Thermometerkugel zu ſehen, und gleichwohl erhielt ſie in einer Minute 21° Wärme von Strahlen, welche weder vorher ſichtbar waren, noch nach ihrer Verdichtung dem Auge dargeſtellt werden konnten.

Um endlich auch zu unterſuchen, ob die unſichtbare Wärme des Küchenfeuers in einer Glaslinſe gebrochen werde, nahm er die Vorausſetzung an, daß das wechſelſeitige Steigen und Fallen eines in dem Brennpunkte einer Glaslinſe geſtellten Thermometers, deſſen Kugel abwechſelnd ihren Wirkungen ausgeſetzt, oder gegen ſie gedeckt wird, von der Brechung des Glaſes bewirkt werde, und nicht bloß dem wechſelſeitigen Durchfallen und Aufhalten der Strahlen zugeſchrieben werden könne. Dieſer Vorausſetzung gemäß verfuhr er alſo. Die Glaslinſe von 1, 4 Zoll Brennweite und 1, 1 Zoll Breite ſetzte er 2, 8 Zoll weit von der Grundfläche eines heißen eiſernen Cylinders, und in ihrem Brennpunkt das Thermometer Nr. 2. Durch einen kleinen Pappſchirm deckte er daſſelbe gegen des Cylinders Wärme, und ließ abwechſelnd durch Fortrückung des Schirms die condenſirten Wärmeſtrahlen auf ſeine Kugel fallen.

		Nr. 2.	
bedeckt	0′	55°	ſtark roth glühend
offen	2′	$63\frac{1}{2}$	roth glühend
bedeckt	4	58	noch roth glühend
offen	6	$60\frac{1}{2}$	noch roth
bedeckt	8	$57\frac{1}{2}$	etwas roth
offen	10	$59\frac{1}{4}$	zweifelhaft
bedeckt	12	$57\frac{1}{2}$	nicht ſichtbar im
offen	14	$58\frac{1}{4}$	dunkeln Zimmer
bedeckt	16	$57\frac{1}{4}$	
offen	18	$58\frac{1}{4}$	
bedeckt	20	$57\frac{1}{4}$	
offen	22	58	
bedeckt	24	$57\frac{1}{2}$	
offen	26	58	
bedeckt	28	$57\frac{1}{2}$	

Dieſe

Dieſe Verſuche zeigten alſo deutlich die Brechbarkeit der Wärme in der Glaslinſe; denn es fand hier ein regelmäßig abwechſelndes Steigen und Fallen des Thermometers von der roth glühenden Wärme des Cylinders an bis zu dem niedrigſten Grade derſelben herab, da er vollkommen ſchwarz erſchien, Statt, wobey die Wirkung der verdichteten Strahlen nur einen halben Grad mehr betrug, als der durch die vom Glaſe aufgehaltenen Strahlen bewirkte Verluſt.

Um noch einen beſtätigenden Beweis außer der gleichförmigen und unterbrochenen Wirkung der Glaslinſe in dem vorigen Verſuche zu haben, wiederhohlte er denſelben noch einmahl, und nahm dabey ein Thermometer Nr. 3. zu Hülfe. Zuerſt ſtellte er dasſelbe $\frac{3}{4}$ Zoll von Nr. 2. und etwas näher nach der Glaslinſe hin, jedoch ſo, daß es weder von dem convergirenden Strahlenkegel getroffen, noch von dem kleinen Pappenſchirm zwiſchen beyden Thermometern bedeckt werden konnte.

		Nr. 2. im Focus	Nr. 3. Zur Seite desſelben immer offen
bedeckt	0′	$62\frac{1}{2}$°	63
offen	1′	$63\frac{3}{4}$	64
bedeckt	2	$62\frac{7}{8}$	64
offen	3	64	$64\frac{1}{2}$
bedeckt	4	$63\frac{3}{4}$	$64\frac{1}{2}$
offen	5	$64\frac{7}{8}$	$64\frac{1}{2}$
bedeckt	6	$64\frac{1}{2}$	$64\frac{1}{2}$
offen	7	$64\frac{3}{4}$	64
bedeckt	8	$64\frac{1}{2}$	64

Hier empfing das Thermometer Nr. 3. außerhalb der Gränze der Refraction, nach und nach ſeine größte Wärme durch eine ununterbrochene Einwirkung des glühenden Cylinders, und fing nachher an zu fallen; Nr. 2. hingegen erreichte ſein Maximum nach abwechſelndem ſchnellen Steigen und geringen Fallen, und verlor nachher ſeine Wärme wieder nach ſtarkem Fallen und geringem Steigen. Nach Verlauf von

8 Minuten veränderte er den Ort des Hülfsthermometers, und ſetzte es ſeitwärts bey dem im Brennpunkte befindlichen Nr. 2. ſo hin, daß es zugleich mit dieſem abwechſelnd von dem Schirme bedeckt werden, und doch auch zugleich einen kleinen Theil von den unſichtbaren Wärmeſtrahlen erhalten konnte, welche ſich in dem Brennpunkte des Glaſes vereinigen mußten. In dieſer Lage mußte nun das Hülfsthermometer, wenn die Schlüſſe richtig ſeyn ſollten, ebenfalls abwechſelnd ſteigen und fallen, jedoch nicht ſo beträchtlich, als das in des Glaſes Brennpunkte befindliche Thermometer

		Nr. 2. im Focus	Nr. 3. Zur Seite deſſelben
beyde offen	8′	$64\frac{1}{2}$°	64°
beyde bedeckt	$9\frac{1}{2}$	$63\frac{3}{4}$	$63\frac{3}{4}$
offen	11	$64\frac{1}{2}$	64
bedeckt	$12\frac{1}{2}$	63	$63\frac{1}{4}$
offen	14	$63\frac{3}{4}$	$63\frac{1}{2}$
bedeckt	16	$62\frac{3}{4}$	63
offen	18	$63\frac{3}{4}$	$63\frac{3}{4}$

Die Veränderungen des Thermometers Nr. 2. waren alſo — $\frac{3}{4} + \frac{1}{2} - 1\frac{1}{4} + \frac{3}{4} - 1 + 1$; die von Nr. 3. aber waren — $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} - \frac{3}{4} + \frac{1}{4} - \frac{1}{2} + \frac{3}{4}$.

Hieraus iſt nun die Wirkung der Refraction des Brennglaſes ſo klar erwieſen, daß wir mit völliger Gewißheit behaupten dürfen, es gibt Strahlen, welche vom heißen Eiſen ausfließen, und bey einer gänzlichen Unſichtbarkeit dennoch die Kraft beſitzen, Wärme zu verurſachen, und zugleich gewiſſe Geſetze der Refraction befolgen, welche denen ſehr ähnlich ſind, wodurch das Licht afficirt wird.

Die Fortpflanzung des freyen Wärmeſtoffs ſcheint bey unſern Verſuchen auf der Erde augenblicklich zu erfolgen; für ſehr große Räume muß ſie aber allerdings, wie die Fortpflanzung des Lichts, meßbar ſeyn. So ſchien Herrn Pictet die fortgehende Bewegung der freyen Wärmematerie bis auf 69 Fuß weit inſtantan zu ſeyn. Sonderbar kam es ihm vor, daß ſeine Spiegel, welche er zum Verſuche der Zurück-

ſtrahlung der freyen Wärme gebrauchte, auch die Kälte reflektirten, welche er im Brennpunkte durch Eis und Schneewaſſer hervorbrachte. Herr Prevoſt erklärt dieſes Phänomen ſehr gut aus dem Wechſel der aus- und einſtrömenden Wärmetheilchen. Wenn nähmlich die beyden in den Brennpunkten befindlichen Körper gleiche Temperatur beſitzen, ſo wird der Einfluß bey jedem genau den Ausfluß compenſiren, oder der Wechſel der aus- und einſtrömenden Wärmetheilchen wird gleich bleiben, mithin das Gleichgewicht zwiſchen beyden nicht geſtört werden. Man verſtärke aber die Wärme des einen z. B. um $\frac{1}{10}$ des Ganzen, ſo wird der zweyte Körper mit ihm vortheilhafte Wechſel machen: für 10 Theilchen, welche er ihm durch Zurückſtrahlen zuſchickt, wird er auf eben dem Wege 11 erhalten, ſeine Wärme wird alſo vermehrt werden. Man entziehe hingegen dem erſtern Körper $\frac{1}{10}$ ſeiner Wärme, ſo macht der zweyte mit ihm nachtheilige Wechſel, und erhält für 10 Theile, die er jenem zuſendet, nur 9 Theile zurück; er wird alſo erkaltet, und es hat den Anſchein, als ſey die Kälte des erſtern Körpers durch die Reflexion der Hohlſpiegel in den zweyten übergegangen.

Ueberdieß zeigt Herr Prevoſt noch, daß man dieſe Erſcheinung der ſcheinbar reflektirten Kälte auf gar keine andere Art, als auf dieſe, erklären könne. Nehme man die Vorſtellungen von Spannungen der Wärme und vom Gleichgewicht unbewegter elaſtiſcher Wärmematerien an, ſo ſehe man gar nicht ein, was die Wärme aus dem Thermometer im Brennpunkte des einen Spiegels herauslocke, und wodurch ſie genöthigt werde, gerade den Weg zu nehmen, welcher ſie erſt in den andern Spiegel und von da in das Eis in dem Brennpunkt desſelben führt, da ſie kürzer auf geradem Wege zum Eiſe kommen könne, ohne einen von beyden Spiegeln zu berühren. Ja, da die Kälte des Eiſes gleichſam einen Schlund eröffnet, in welchem ſich die Wärme aus allen benachbarten Körpern zu ſtürzen ſtrebt, und dieſe Urſache nach dem verkehrten Verhältniſſe des Quadrats der

Entfernungen wirkt, ſo müßte nach der Theorie der Spannungen und des Gleichgewichts unbewegter Maſſen das Thermometer weit mehr erkältet werden, als ſein Spiegel, oder ſeine Wärme müßte in einer geringern Spannung ſeyn, als die Wärme des Spiegels, theils, weil ſie dem Eiſe ſelbſt näher, als dieſer, ſteht, theils, weil ſie auch dem andern Spiegel näher iſt und daher von der Erkältung, die dieſer verurſacht, mehr afficirt wird. Es könnte daher keine Wärme aus dem Thermometer an den Spiegel treten, oder, wenn dieß ja erfolgte, um die daſelbſt entwichene zu erſetzen, ſo könnte ſie nicht in den andern Spiegel reflectirt, ſondern müßte in dem erſtern verſchluckt werden. Herr Prevoſt meint, daß, wenn man ſich weigern wolle, die Wärmematerie als eine diskrete Flüſſigkeit anzunehmen, deren Theile in ſteter ſtrahlender Bewegung ſind, man ſchwerlich eine genugthuende Erklärung dieſer ſchönen Erſcheinung der zurückſtrahlenden Kälte geben könne. Allein, ich ſollte meinen, noch weit ſchöner würde die Erklärung ausſehen, wenn man dieß Phänomen nach dynamiſchen Principien beurtheilt; denn hierbey hat man gar nicht einmahl auf die Schwierigkeit Rückſicht zu nehmen, wie bey der atomiſtiſchen Lehre, da ſich zwey Wärmetheilchen einander begegnen, und als undurchdringliche Atome betrachtet einander nicht ausweichen könnten; ohne Zweifel mußte das eine, wenn es ſtärker bewegt wäre, das andere ihm begegnende fortſtoßen, und dadurch eine ungemein verwickelte mechaniſche Theorie veranlaſſen.

Ungeachtet es keinen einzigen Körper gibt, welcher die freye Wärmematerie zurückhielt, und beſtändig die gleiche Menge derſelben mit unveränderter Intenſität zu erhalten vermögend wäre, ſo lehrt die Erfahrung, daß die verſchiedenen Körper die Wärmematerie nicht gleich ſchnell durchlaſſen, und bey gleicher Temperatur einen und denſelben in ihnen eingeſchloſſenen Körper von der höhern Temperatur, bey übrigens gleichen Umſtänden, nicht in gleichen Zeiten um gleich viele Grade abkühlen laſſen. Man war ſonſt der Meinung, daß dichtere Körper die Wärme ſtärker und beſſer leiteten,

teten, als lockerere, weil ſie an der Berührungsſtelle mehr Maſſe enthielten, und der Wärmematerie mehrere Berührungspunkte zur Mittheilung darböthen. Hieraus erklärte man, warum ſich Steine und Metalle kälter anfühlten, als Holz oder Tuch von derſelben Temperatur, weil ſie nähmlich unſerm Körper in gleicher Zeit mehr Wärme raubten; allein dieß Geſetz iſt keinesweges allgemein.

Schon alltägliche Erfahrungen lehren, daß wir durch wollene Kleider und Bedeckungen uns mehr vor der Kälte ſchützen können, als ohne dieſe; daß wir uns in Federbetten auch in Zimmern, die unter dem Gefrierpunkte kalt ſind, in der zum Leben nöthigen Temperatur erhalten können, wenn wir daſelbſt in einer Hülle von Metall ohne Zweifel erſtarren müßten; daß ein erhitzter Körper ſchneller im Waſſer abgekühlt wird, als in Luft von derſelben Temperatur; daß Bäume mit Stroh umwunden vor dem Winterfroſte beſſer beſchützet werden, als ohne dieſe Bedeckung; daß es unter Strohdächern im Sommer kühler und im Winter wärmer iſt, als unter Ziegeldächern; daß Eisgruben mit hölzernen Bekleidungen den Eindrang der äußern Wärme ungleich länger abhalten, als mit ſteinernen Wänden; daß eine eiſerne Stange mit einem hölzernen Handgriffe ſich an dieſem ohne Verletzung der Hand anfaſſen läßt, wenn ſie an ihrem Ende glühend gemacht wird, da ſie hingegen mit dem metallenen Handgriffe bald eine verletzende Wärme erlangen würde; daß unter der Hülle des Schnees die Temperatur des Bodens weit länger warm bleibt, als wenn er von der Luft allein berührt wird; daß wir unter Aſche erwärmte Flüſſigkeiten länger warm erhalten können, als in der Luft, welches letztere auch ſchon Ariſtoteles bemerkt, u. dergl. mehr.

Dieſen Erfahrungen gemäß ſchreiben wir daher demjenigen Körper, der die Wärmetheilchen ſchneller durch ſich durchläßt, als ein anderer, oder der in kürzerer Zeit bey gleicher Oberfläche durch einerley Wärmeſtrom von einerley Temperatur zu einer gleichen Anzahl von Graden erhitzt wird, eine größere wärmeleitende Kraft zu, als einem andern, und

gründen hierauf den Unterſchied zwiſchen **guten** und **ſchlechten** Leitern für die Wärmematerie.

Franklin α) und **Achard** β) wollten bemerkt haben, daß die beſten Leiter der Elektricität auch die beſten Wärmeleiter ſind. Metalle erhitzen und erkalten ſich am ſchnellſten, die Holzarten langſamer, Glas und Harze am ſpäteſten. Auch wollte **Buffon** wahrgenommen haben, daß überhaupt Flüſſigkeiten die Wärme beſſer leiten als die feſten Körper; allein neuere Erfahrungen haben gerade das Gegentheil erwieſen.

Es kommt aber hierbey vorzüglich darauf an, was man eigentlich unter dem Ausdrucke der **wärmeleitenden Kraft** der Körper verſtehe. Man kann nähmlich bey Beſtimmung dieſes Begriffs von verſchiedenen Standpunkten ausgehen. Wenn z. B. ein bis zum Siedpunkt erhitztes Thermometer in eine Maſſe ſchmelzenden Eiſes geſtellt wird, ſo wird es darin weit ſchneller zur Temperatur des ſchmelzenden Schnees herabkommen, als in der Luft von derſelben Temperatur. In dieſer Rückſicht muß man alſo dem Schnee eine ſtärker wärmeleitende Kraft, als der Luft, zuſchreiben. Im Gegentheil läßt ſich ein beſtimmtes Volumen Luft durch einerley Wärmeſtrom in weit kürzerer Zeit vom Gefrierpunkte bis zu einer gewiſſen Temperatur erheben, als ein gleiches Volumen Schnee. Nehme man alſo dieſe Beſtimmung an, ſo müßte man der Luft eine ſtärkere wärmeleitende Kraft, als dem Schnee, beylegen. Herr **Thompſon (Grafen von Rumford)**, welcher dieſen Gegenſtand am meiſten unterſucht hat, und mit dieſem Herr **Gren** verſtehen unter der **wärmeleitenden Kraft** das Vermögen der Körper, bey übrigens gleichen Umſtänden, die Abkühlung eines darin eingeſchloſſenen erhitzten Körpers ſchneller oder langſamer zu zulaſſen. Derjenige Körper, welcher dieſe Abkühlung ſchneller zuläßt, iſt ein beſſerer Leiter, als derjenige, welcher ſie langſamer oder in längerer Zeit zuläßt. Im gemeinen Leben pflege

α) *Rozier* journ. de phyſ. 1773. p. 276. im Ausz. in Crells chem. Annal. 1784. St. 4. S. 61.

β) Mémoir. de l'Acad. de Berlin 1779. im Gothaiſch. Magaz. B. II. St. 2. S. 39. u. f.

pflegt man ſchlechte Leiter für die Wärme z. B. Federn, Wolle, Haare, Pelzwerke, warme, auch warmhaltende Körper zu nennen.

Man hat dieſen Gegenſtand erſt in den neuern Zeiten, welcher wegen des Nutzens, der ſich von ſeiner Bearbeitung für die Künſte und Gewerbe, und für die menſchliche Geſellſchaft überhaupt, ſo wie ſelbſt für die Erklärung mehrerer Naturphänomene daraus ziehen läßt, ſo überaus wichtig iſt, zu bearbeiten angefangen. Richmann α) beſchreibt einige Verſuche über die ſtarke Leitungskraft des Queckſilbers, und im 4ten Bande der Petersb. Commentarien macht er ſein Verfahren bekannt, die Erkältungsfähigkeit feſter Körper zu unterſuchen. Er ließ nähmlich metallene Kugeln von gleicher geometriſchen Größe mit cylindriſcher Höhlungen verfertigen, füllte die Höhlungen mit einerley flüſſigen Materie an, und ſtellte die Kugel eines Thermometers hinein. Die metallenen Kugeln wurden nun bis auf einen gewiſſen Grad erhitzt, und hierauf in freyer Luft aufgehängt, und abgekühlt. Auf dieſe Art fand Richmann, daß das Bley die Wärme am ſchnellſten annahm und verlor, und daß hierauf der Ordnung nach Zinn, Eiſen, Kupfer, Meſſing folgten.

Nachher ſtellte D. Ingenhouß β) über die wärmeleitende Kraft der Metalle mit einer ſehr einfachen von Franklin ihm mitgetheilten Vorrichtung verſchiedene Verſuche an. Er überzog Drahte von verſchiedenen Metallen mit einer dünnen Wachslage, ſenkte ſie alsdann alle zuſammen in heißes Oehl, und bemerkte, wie ſchnell an jedem Drahte die Hitze, die zu Abſchmelzung des Wachſes nöthig war, ſich fortpflanzte. Hiernach fand er, daß das Silber unter allen Metallen der beſte, und das Bley der ſchlechteſte Wärmeleiter ſey. Ueberhaupt war die Ordnung folgende: Silber,

α) De argento vivo calorem celerius recipiente et celerius perdente, quam multa fluida leviora, experimenta et cogitationes. In nov. comment. Petrop. Tom. III. 1754. p. 309.

β) Von dem Unterſchiede der Geſchwindigkeit, mit welcher die Hitze durch verſchiedene Metalle geht. In Ingenhouß vermiſchten Schriften, überſ. von Molitor, Wien 1784. 8. B. II. S. 343. f.

Kupfer, Gold, Zinn, Eiſen, Stahl, Bley. In der Folge hat er dieſe Verſuche fortgeſetzt [α]), und die Platina, welche doch eines der dichteſten Metalle iſt, wider Vermuthen, als einen ſehr ſchlechten Wärmeleiter befunden. Nach dieſen neuen Verſuchen glaubt er dem Silber, Gold, Kupfer und Zinn mit Gewißheit die vier erſten Stellen einräumen zu können, indem dieſen offenbar Stahl, Eiſen und Bley ſehr weit nachſtänden. Dieß ſcheint Richmann's Verſuchen, nach welchen das Bley die Wärme am ſchnellſten leitet, gerade entgegen zu ſeyn; allein es liegt hierbey ein Fehler der Methode zum Grunde, indem die Verſuche etwas ganz anderes beweiſen, als was Ingenhouß daraus folgert. Ueber die wärmeleitende Kraft der verſchiedenen Gasarten hat Achard [β]) Unterſuchungen angeſtellt, dabey aber irrig ſtatt des geraden Verhältniſſes das verkehrte geſetzt.

Die meiſten und intereſſanteſten Verſuche über die wärmeleitende Kraft hat Herr Thompſon angeſtellt. Seinen äl-teſten Verſuchen zu Folge iſt die wärmeleitende Kraft:

beym Queckſilber	1000
bey feuchter Luft	330
Waſſer	300
trockener Luft	80
luftleeren Raum	55 [γ]).

Herr Pictet [δ]) hat über den Durchgang der Wärme durch verſchiedene elaſtiſche Flüſſigkeiten und durch den luftleeren Raum ſelbſt, verſchiedene Verſuche angeſtellt. Seine Vorrichtung dazu beſteht aus einem frey hängenden Thermometer, einem Elektrometer, Sauſſür'ſchen Haarhygrometer, und einem Elaſticitätszeiger, oder einem abgekürzten Heberbarometer; welche vier Inſtrumente zuſammen an einem gemeinſchaftlichen Geſtelle

α) *Rozier* journal de phyſique. T. XXXIV. 1789. p. 68. Ueberſ. in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 154. u. f.

β) Nouvell. mémoir. de Berlin 1786. Verſuche zu Beſtimmung der Grade, in welchen die Flüſſigkeiten Ableiter der Wärme ſind. In Crells chem. Annal. 1787. B. II. S. 195. f. S. 291. f.

γ) New experiments upon Heat by *Colon*. Sir *Benjamin Thompſon*. Lond. 1786. 4. Philoſ. Transact. Vol. LXXVI. LXXVII.

δ) Verſuche über das Feuer. Aus dem Franz. 8. Cap. 4. 5. 6.

Geſtelle in einem großen gläſernen Ballon eingeſchloſſen wurden, welcher entweder luftleer gemacht, oder mit der verlangten elaſtiſchen Flüſſigkeit angefüllt werden kann. In dieſem Ballon wird die Thermometerkugel mittelſt einer brennenden Kerze erwärmt, deren ausfließende Wärme von Hohlſpiegeln auf dieſe Kugel reflectirt wird, welches nach Pictet ein Mittel iſt, das Thermometer nach Belieben zu erwärmen, ohne dem durchſichtigen Mittel, worin ſich daſſelbe befindet, eine merkliche Wärme mitzutheilen. Vorher unterſuchte er mit großer Sorgfalt die Wirkung der brennenden Kerzen auf die Erwärmung des Thermometers, ſo wohl mit geſchwärzter, als mit reiner Kugel; den Widerſtand, welchen die Glaswände des Ballons dem Durchgange der Wärme entgegenſetzt (wobey er fand, daß dieſe Wände etwa $\frac{2}{3}$ bis $\frac{5}{6}$ des zuſtrömenden wärmenden Ausfluſſes hinwegnehmen); und den mittleren Grad der Erwärmung, den die Luft im Ballon durch den zur Erwärmung des Thermometers gebrauchten Apparat erhielt. Seine Verſuche ſelbſt ergaben, daß ſich in dem trockenen leeren Raume das Thermometer langſamer erwärmte, dagegen aber ſchneller erkaltete, als in dem feuchten leeren Raume, oder wenn der Ballon mit Waſſerdampf gefüllt war. Das erſtere ſchreibt er dem ſchlechtern Brennen der Kerzen bey dieſem Verſuche zu; das zweyte erklärt er durch die Kraft, womit die Waſſerdämpfe die mit ihnen verbundene Wärmematerie zurückhalten, wodurch die Störung des Gleichgewichts zwiſchen der Wärme im Thermometer, und in dem umgebenden Mittel geringer, und die Erkaltung des Thermometers langſamer werden muß. Nach Thompſon's Verſuchen ſollte zwar die feuchte Luft die Wärme beſſer, als die trockene, leiten; allein Pictet bemerkt, es ſey bey ſeinem Verfahren das Waſſer, womit er die innern Wände des Apparats befeuchtete, beym Eintauchen in kochendes Waſſer in Dampf verwandelt worden, und habe dann ſeine gebundene oder Ausdünſtungswärme an der Kugel des Thermometers wieder abgeſetzt; ſo oft dagegen der Grad der Wärme um ein Beträchtliches unter der Siedhitze geweſen ſey,

ſey, trafen **Thompſon's** Verſuche allemahl mit den ſeinigen überein, und bewieſen gleichfalls, daß die feuchte Luft ein ſchlechterer Leiter der Wärme, als die trockene, ſey. **Pictet's** übrige Verſuche, welche die mit Dampf des Vitriolähers und die mit elektriſcher Materie angefüllte Leere betreffen, ſind in Anſehung ihrer Reſultate noch ſehr ungewiß.

Herr Hofrath **Mayer** hat ſich bemüht, die Theorie der wärmeleitenden Kraft in einigen Abhandlungen *) auf feſte Geſetze zu bringen. Er legt hierbey zum Grunde, daß man Körper von gleicher Figur und gleicher Größe auf einerley Temperatur erwärme, und ſie alsdann in demſelben umgebenden Mittel um gleich viele Grade wieder erkalten laſſe. Nehme man nun an, in einem Mittel von 4° Temperatur erkalten zwey Körper von 80° in der zur Einheit angenommenen Zeit (z. B. in 4 Minuten) der eine bis auf 70, und der andere bis auf 60°, ſo benennt er die Ausdrücke $\frac{70-4}{80-4} = 0{,}8684$, und $\frac{60-4}{80-4} = 0{,}7368$ ihre **Erkältungsexponenten**, weil nach **Newton** und **Lambert** die Erkältung in gleichen auf einander folgenden Zeiträumen nach einer geometriſchen Progreſſion erfolgt, deren Exponent für den erſten Körper $= 0{,}8684$, und für den zweyten $= 0{,}7368$ iſt. Setzt man nun die gemeinſchaftliche Temperatur zweyer Körper M und N $= Y$, die des umgebenden Mittels $= Z$. Nach der verfloſſenen Zeit von φ Minuten ſey des Körpers M Temperatur $= y$, und des umgebenden Mittels $= z$; nach ψ Minuten des Körpers N Temperatur ebenfalls $= y$, und auch die Temperatur des umgebenden Mittels $= z$: ſo hat man für den erſten Körper (den Erkältungsexponenten $\frac{1}{e}$ geſetzt) $y - z = (Y - Z)\left(\frac{1}{e}\right)^{\varphi}$, und für

*) Ueber die Geſetze und Modificationen des Wärmeſtoffs. Erlangen, 1791. 8. S. 228 f. Ueber das wärmeleitende Vermögen der Körper, in Grens Journ. der Phyſik. B. III. S. 19. f. Ueber das Geſetz, welches die Leitungskräfte der Körper für die Wärme befolgen. Ebendaſ. B. IV. S. 22. f.

für den zweyten (den Erkältungsexponenten $\frac{1}{\varepsilon}$ genommen)

$$y - z = (Y - Z)\left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^{\psi}, \text{ folglich;}$$

$$\left(\frac{1}{e}\right)^{\varphi} = \left(\frac{1}{\varepsilon}\right)^{\psi}, \text{ und}$$

$$\log.\frac{1}{e} : \log.\frac{1}{\varepsilon} = \psi : \varphi, \text{ d. h.}$$

die Logarithmen der Erkältungsexponenten ſind in dem verkehrten Verhältniſſe der Zeiten, in welchen gedachte Körper in einer gemeinſchaftlichen Temperatur Y bis zu einer andern gemeinſchaftlichen y erkalten, und zwar in einerley umgebenden Mittel. Wenn alſo, wie hier vorausgeſetzt wird, die beyden Körper M und N von gleicher Figur und gleicher Größe ſind, ſo wird derjenige Körper ein doppelt ſo guter Leiter für die Wärme ſeyn, welcher z. B. von einer gewiſſen Temperatur Y zu einer andern y herabzukommen, halb ſo viel Zeit braucht, als der andere. d. h. **die Leitungskräfte zweyer Körper verhalten ſich verkehrt wie die Zeiten, die ſie brauchen, einerley Aenderung einer gemeinſchaftlichen Temperatur in einerley Mittel zu erfahren.** Da nun auch die Logarithmen der Erkältungsexponenten ſich verkehrt wie die Zeiten verhalten, ſo werden **die Leitungskräfte zweyer Körper auch in dem ordentlichen Verhältniſſe der Logarithmen ihrer Erkältungsexponenten ſtehen.**

Hierbey wird nun als Bedingung angenommen, daß das umgebende Mittel die ihm mitgetheilte Wärme nicht aufhalte, und auf die erkaltenden Körper wieder zurückwirken laſſe, ingleichen, daß die Aenderung der Temperatur des Mittels gegen die Veränderung der Temperatur der erkaltenden Körper in jedem Zeitmomente ſo gering als möglich ſey. Nach Herrn **Mayer** erfüllt dieſe Bedingung am beſten die Luft; daher es am ſchicklichſten iſt, dergleichen Körper bey den Verſuchen an der Luft abkühlen zu laſſen, und dabey den Unterſchied der Temperatur der Körper und der Luft nicht zu

groß

groß zu nehmen, damit ein allzuſchnelles Erkalten nicht Ungleichheiten und Abweichungen von den Geſetzen der geometriſchen Progreſſion veranlaſſe. Unter dieſen Vorausſetzungen beweiſet nun Herr Mayer dieß allgemeine Geſetz; die Leitungskräfte zweyer Subſtanzen (von gleicher Größe und gleicher Figur) verhalten ſich verkehrt wie die Produkte aus ihren Maſſen (oder eigenthümlichen Gewichten) in ihre ſpecifiſchen Wärmen, oder (weil das Produkt der ſpecifiſchen Wärme in das ſpecifiſche Gewicht die relative Wärme ausdrückt) die Leitungskräfte verhalten ſich verkehrt, wie die relativen Wärmen. Hierauf zeigt nun Herr Mayer, daß ſo wohl Richmann's Verſuche über die Metalle, als auch ſeine eigenen über Waſſer, Queckſilber, Leinöhl und Eſſig mit dieſem aus theoretiſchen Unterſuchungen gefolgerten Geſetze ſehr gut zuſammenſtimmen. Für die Leitungskraft der Wärme = 10 geſetzt, fand er die des Queckſilbers 20, des Leinöhls 18, des Eſſigs 10, des Eiſens 23 u. ſ. f. Der Herr von Humboldt *) hat nach dieſem Geſetze eine Tabelle für die Leitungskräfte mehrerer Körper zu berechnen geſucht.

Nach Herrn Mayer kommen die Widerſprüche zwiſchen Richmann's und Ingenhouß's angeführten Reſultaten bloß von den irrigen Schlüſſen her, welche Ingenhouß aus ſeinen Verſuchen zieht. Man muß vielmehr behaupten, daß dasjenige Metall gerade der beſte Leiter für die Wärme ſey, welchem bey dieſer Methode die geringſte Höhe des abgeſchmolzenen Wachſes zugehöre. Denn dieſe Höhe muß allemahl deſto geringer ſeyn, je ſchneller der Drahts die empfangene Hitze wieder an das kältere Mittel, womit er umgeben iſt, abgibt, d. h. je ein beſſerer Leiter er iſt. Demnach folgt aus des D. Ingenhouß Verſuchen eben ſo wohl, als aus den Richmanniſchen, daß das Bley unter allen Metallen die Wärme am beſten leite.

Herr

*) Entwurf zu einer Tafel für die wärmeleitende Kraft der Körper, in Crells chem. Annal. 1792. B. I. S. 423, und für die metalliſchen Subſtanzen noch richtiger abgedruckt im bergmänniſchen Journal von 1792, B. I. S. 120.

Herr Thompſon *) bediente ſich bey neuern Verſuchen über die wärmeleitende Kraft der Körper folgender Methode. Er hing ein empfindliches Thermometer mit hinreichend breiter Skale in einem Glaskolben mit einer Kugel ſo auf, daß die Kugel des Thermometers in der Mitte der Kugel dieſes Gefäßes ſtand; hierauf füllte er den Zwiſchenraum mit derjenigen Subſtanz, deren wärmeleitende Kraft er beſtimmen wollte, zu gleicher Höhe aus, erhitzte den ganzen Apparat in kochendem Waſſer bis zu einerley Temperatur, kühlte ihn hiernächſt in einer kaltmachenden Miſchung aus Eis und Waſſer von hinreichender Maſſe wieder ab, und bemerkte nach einer Sekundenuhr genau die Zeit, welche verfließt, ehe das Thermometer von 70 Grad bis 10 Grad herabſinkt. Thompſon gibt dieſem Apparate den Nahmen des Paſſage-Thermometers, weil er bloß beſtimmt iſt, den Durchgang der Wärme durch die Körper zu meſſen. Die Leitungskraft der Subſtanz für die Wärme ſteht im verkehrten Verhältniſſe der gefundenen Zeit der Abkühlung; ſo wie das warmhaltende Vermögen im geraden Verhältniſſe eben dieſer Zeit.

Vorzüglich betreffen Thompſon's Verſuche die relativen Leitungskräfte derjenigen Subſtanzen für die Wärme, welche zu Kleidungsſtücken gebraucht werden, und ihrer Vergleichung der Leitungskraft mit der Luft. War die Thermometerkugel bloß mit Luft umgeben, ſo waren zum Abkühlen von 70 bis 10 Grad des Thermometers 576 Sekunden Zeit nöthig; die Erwärmung der Luft aber erfolgt ſchneller, indem ſie nur 473 Sek. Zeit gebraucht, um in kochendem Waſſer von 10 bis 70 Grad wieder zu ſteigen. Bey verſchiedenen andern Subſtanzen waren die Zeiten der Abkühlung folgende:

Rohe Seide	1248 Sek.	Feines Linnen	1032 Sek.
Schafwolle	1118 —	Bieberhaare	1296 —
Baumwolle	1046 —	Haſenhaare	1315 —
		Eiderdunen	1305 —

Hier-

*) Experim. upon Heat in Philoſ. Transact. Vol. LXXXII. for the year 1792. P. II. p. 48. In Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 245. f.

Hierbey kam es aber auch zugleich mit auf die Menge und Dichtigkeit der Subſtanzen an; ward z. B. die Thermometerkugel mit 32 Gran Eiderdunen ſtatt 16 Gran umringt, ſo war die Zeit der Abkühlung 1472, und bey 64 Gran 1615 Sekunden. Außerdem hat Herr Thompſon noch eine Menge Verſuche über dasjenige angeſtellt, was hierbey auf Struktur der Subſtanzen und die in ihren Zwiſchenräumchen befindliche Luft ankommt. Die letztere hat wegen ihres Anhängens an den Haaren einen großen Einfluß auf die Verſtärkung des Warmhaltens.

Ueberdieß glaubte Herr Thompſon durch entſcheidende Verſuche gefunden zu haben, daß ſo wohl die kalte als heiße Luft, und heißer Dampf, ſo wie heiße Miſchungen von Luft und Dampf, wahre Nichtleiter der Wärme ſind; daß folglich der heiße Dampf, der ſich von brennenden Brennmaterialien erhebt, und ſogar die Flamme ſelbſt, ein Nichtleiter der Wärme iſt.

Nachher hat auch Herr Thompſon durch eine große Reihe von unterhaltenden Verſuchen zu zeigen ſich bemüht, daß ſelbſt das Waſſer, und wahrſcheinlich alle liquide Körper, und Flüſſigkeiten aller Art, wahre Nichtleiter der Wärme wären *); dieß heißt nach ihm ſo viel, obgleich die Theile jedes Fluidums individuel, von andern Körpern Wärme annehmen oder ihnen mittheilen können, ſo ſey doch unter dieſen Theilen ſelbſt aller Wechſel und alle Mittheilung der Wärme ſchlechterdings unmöglich. Die Veranlaſſung zu dieſer Behauptung geben ihm folgende Erſcheinungen: er hatte oft bemerkt, daß gewiſſe Speiſen, beſonders geſchmorte Aepfel mit Mandeln untermengt außerordentlich lange heiß blieben; beſonders bemerkte er aber im Jahre 1794, als er ſich in Neapel aufhielt, daß, als er am Seeſtrande nahe bey den heißen Bädern von Baja ſtand, wo der Dampf aus jeder Spalte im Felſen und ſogar aus dem Boden drang, er das

*) Experimental eſſays, political, oeconomical and philoſophical. Eſſay VII. Lond. 1797. 8. In Grens neuem Journ. der Phyſik. B. IV. S. 418. f.

das hervorquellende Waſſer kalt fand, den Sand hingegen unterm Waſſer ſo heiß, daß er die Hand augenblicklich zurückziehen mußte. Hier bezweifelte er zum erſten Mahle die wärmeleitende Kraft des Waſſers, und beſchloß, Verſuche darüber anzuſtellen. Allein die Ausführung ſeines Vorſatzes blieb doch noch über ein Jahr verſchoben, bis ihn eine neue, ganz unerwartete Erſcheinung wieder darauf leitete. Er hatte nähmlich oft Gelegenheit gehabt, Thermometer von ungewöhnlichen Breiten der Grade zu gebrauchen, die mit verſchiedenen liquiden Stoffen gefüllt waren; unter dieſen hatte er ein Weingeiſtthermometer in eine ſo ſtarke Hitze, als es ertragen konnte, geſtellt. Um es nun abzukühlen, brachte er es in ein Fenſter, wohin gerade die Sonne ſchien. Als er nun auf die ganz bloße Röhre hinſah, ſo bemerkte er, daß die liquide Maſſe in der Röhre in einer ſehr ſchnellen Bewegung war, nach entgegengeſetzten Richtungen, zu gleicher Zeit hinauf und herunter. Die kupferne Kugel am Thermometer war zwey ganzer Jahre leer geweſen, und die Stäubchen, welche ſich darin geſammelt hatten, waren mit dem Weingeiſt vermengt, ſo daß ihre Bewegung eine ungemein heftige Bewegung des Weingeiſtes anzeigte. Als er dieſe Bewegung mit einem Linſenglaſe betrachtete, ſo fand er, daß der auſſteigende Strom außer der Achſe und längs der obern Wand der Röhre herabging, indeß der herabſteigende die ganze untere Seite der Röhre einnahm. Als die Erkältung des Weingeiſtes durch Benetzung der Röhre mit Eiswaſſer beſchleunigt wurde, ſo wurde auch die Geſchwindigkeit des auf- und niederſteigenden Strahls merklich beſchleunigt. Die Geſchwindigkeit beyder Ströme nahm allmählich ab, ſo wie das Thermometer ſich erkältete; und als es etwa die Temperatur der Stubenluft hatte, ſo hörte die Bewegung gänzlich auf.

Dieſen Verſuch wiederhohlte er mit einem ähnlichen Thermometer von denſelben Dimenſionen, mit Leinöhl gefüllt, und beobachtete unter denſelben Umſtänden die nähmlichen Erſcheinungen. Nun glaubte Thompſon überzeugt

zu ſeyn, daß die Bewegung in dieſen Liquidis durch diejenigen ihrer Theile veranlaßt werde, die individuell und nach einander ihre Wärme an die Seitenwand der Röhre, wie die Luft ihre Wärme an andere Körper, abſetze. Als er über dieſen Gegenſtand aufmerkſam nachdachte, ſo ſchien es ihm, daß, wenn die Liquida in der That Nichtleiter der Wärme ſind, oder wenn die Wärme nur zu Folge der innern Bewegung ihrer Theilchen ſich darin fortpflanze, Alles, was die Bewegung zu hindern ſtrebe, auch die Operation ſelbſt verzögern, und die Fortpflanzung der Wärme langſamer und ſchwieriger machen müſſe. Um nun hier auf Gewißheit zu kommen, richtete er ſich folgenden, dem vorhin angeführten ähnlichen, Apparat zu. Vorzüglich war ihm darum zu thun, zu wiſſen, ob die Fortpflanzung der Wärme durch Waſſer gehemmt werde oder nicht, wenn man die immer durch Wechſel der Temperatur verurſachte Bewegung der Theile des Waſſers hindere und erſchwere. Zu dem Ende ließ er eine gewiſſe Quantität von Wärme durch eine beſtimmte Quantität reines Waſſer, das in einen gewiſſen Raum eingeſchloſſen war, hindurch gehen, und bemerkte die zu dieſer Operation verfloſſene Zeit; er wiederhohlte den Verſuch mit dem nähmlichen Apparate, nur mit dem Unterſchiede, daß jetzt das Waſſer, durch welches die Wärme gehen ſollte, mit einer geringen Menge von irgend einer zarten Subſtanz, z. B. Eiderdunen, vermengt war, die, ohne ſeine chemiſche Eigenſchaften zu ändern, oder ſeine Flüſſigkeit zu mindern, nur dazu diente, die Bewegung der Theile des Waſſers beym Transport der Wärme zu hemmen, oder zu erſchweren; in dem Falle, daß die Wärme wirklich auf ſolche Art transportirt oder fortgeführt, und nicht frey durch die Liquida treten könne. Der Körper, welcher die Wärme aufnahm, und zugleich dazu diente, die Menge der mitgetheilten Wärme zu meſſen, war ein großes cylindriſches Thermometer. Der Behälter iſt von dünnem Kupferblech, cylindriſch, aber an beyden Enden halbkugelförmig. Sein Durchmeſſer beträgt 1,84 Zoll, die Länge 4,99, Inhalt 13,2099 Cubikzoll, äußere Oberfläche 28,834 Quadratzoll.

Zoll. Die Dicke des Blechs beträgt 0,03 Zoll: er wiegt leer 1846 Gran, und faßt bey der Temperatur von 55° Fahrenh. 3344 Gran Waſſer. Dieſer Behälter hat eine Glasröhre 24 Zoll lang und 0,4 Zoll im Durchmeſſer, die durch einen Kork in eine cylindriſche Röhre von Kupfer, die 1 Zoll lang und 0,56 im Durchmeſſer iſt, und noch zu dem metalliſchen Behälter gehört, befeſtiget iſt. Dieſes mit Leinöhl gefüllte und mit graduirter Skale verſehene Thermometer wurde in der Axe eines hohlen aus dünnem Meſſingbleche verfertigten, 11½ Zoll langen und 2,3535 Zoll weiten Cylinders befeſtiget. Dieſer Cylinder iſt an dem einen Ende offen, an dem andern mit einem halbkugelförmigen, nach außen convexen, Boden geſchloſſen. Er wiegt 2261 Gran, und das Blech hat 0,0128 Zoll Dicke. Der Behälter des Thermometers wurde in dem untern Theile dieſer meſſingenen cylindriſchen Röhre geſtellt. Um ihn in der Mitte derſelben zu erhalten, wurde er von drey hölzernen Pflöckchen, die ¼ Zoll Länge und etwa 0,1 Zoll im Durchmeſſer hatten, und die in eben ſo vielen Röhrchen von Meſſingblech befeſtiget waren, gehalten.

Das obere Ende des Thermometerbehältniſſes wird in ſeiner Lage, oder in der Achſe des äußern Cylinders dadurch erhalten, daß die Röhre des Thermometers durch ein in der Mitte eines Korks, der das Ende des Cylinders verſchließt, angebrachtes Loch hindurch geht. Der Boden des Thermometerbehältniſſes wird durch ein ähnliches hölzernes Pflöckchen in einer Entfernung vom Boden des meſſingenen Cylinders von ¼ Zoll und darüber getragen. Auf ſolche Art bleibt auf jeder Seite des Thermometers ein leerer Raum zwiſchen dem Gefäße des Thermometers und der innern Oberfläche des großen Cylinders, in welchem dieſes eingeſchloſſen iſt. Die Entfernung der äußern Oberfläche des Gefäßes des Thermometers und der innern Oberfläche des desſelben umgebenden Cylinders iſt 0,25175 Zoll. Dieſer Raum dient dazu, das Waſſer oder jede andere Subſtanz aufzunehmen, durch welche die Wärme in das Thermometer oder aus demſelben

gehen ſoll. Die Quantität der Wärme wird durch die Höhe der Flüſſigkeit im Thermometer angezeigt. Die nöthige Menge Waſſers, um dieſen Raum zu füllen, und noch das obere Ende des Thermometergefäßes ¼ Zoll hoch zu bedecken, wog 2468 Gran.

Nachdem nun das Thermometergefäß mit Waſſer oder einem andern Liquidum, deſſen wärmeleitende Kraft erforſcht werden ſoll, umgeben iſt, ſo wird ein rundes Stück Kork von etwas kleinerm Durchmeſſer als der meſſingene Cylinder iſt, etwa ½ Zoll dick, mit einem Loch in der Mitte, durch welches die Thermometerröhre frey durchgehen kann, in den meſſingenen Cylinder hinabgelaſſen, doch nicht ganz tief, um die Oberfläche des Waſſers oder der andern darin enthaltenen Subſtanz berühren zu können. Dieſe Korkſcheibe wird an ihrem Orte durch drey hervorragende meſſingene Stifte erhalten, die auf die äußere Seite des metallenen Halſes des Thermometergefäßes gelöthet ſind. Hiernächſt wird nun der obere Theil des hohlen meſſingenen Cylinders mit Eiderdunen gefüllt, und mit einem Korkſtöpſel verſchloſſen, in deſſen Mitte ein Loch angebracht iſt, durch welches die Thermometerröhre hervorſtehet. Da die ganze Skale des Thermometers vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte nach oberhalb dieſes Deckels iſt, ſo kann jede Veränderung der Wärme, welcher das Inſtrument ausgeſetzt iſt, zu jeder Zeit beobachtet werden, ohne einen Theil des Apparats in Unordnung zu bringen. Uebrigens iſt das Thermometer nach Fahrenheit's Skale eingerichtet.

Mit dieſem ſo genannten Paſſagethermometer wurden die Verſuche auf folgende Art angeſtellt. Nachdem Alles, wie zuvor angegeben worden, eingerichtet war, wurde der Apparat in ſchmelzendes Eis geſtellt, bis das Thermometer auf 32 Grad fiel; dann nahm Thompſon denſelben heraus, und tauchte ihn augenblicklich in ein groß Gefäß voll kochenden Waſſers. Die wärmeleitende Kraft der Subſtanz, welche der Gegenſtand dieſes Verſuchs war, wurde durch die Zeit beſtimmt, welche die Wärme gebrauchte, um durch dieſelbe

dieſelbe in das Thermometer zu treten. Dieſe Zeit wurde ſorgfältig bemerkt, wenn das Thermometer zum 40ſten Grade kam, und eben ſo, wenn es immer um 20 Grade ſtieg.

Je langſamer nun die Wärme in einem Medium ſich bewegt oder fortgeführt wird, deſto längere Zeit iſt für eine gewiſſe Quantität derſelben erforderlich, um durch dasſelbe zu gehen, und da das Thermometer die Veränderungen in der Temperatur des erhitzten oder abgekühlten Körpers anzeigt, nähmlich des Liquidums, womit das Thermometer gefüllt iſt, nach Maßgabe des Durchganges der Wärme durch das Medium, womit das Thermometer umgeben iſt, ſo wird auch die wärmeleitende Kraft dieſes Mediums durch die Geſchwindigkeit des Steigens und Fallens des Thermometers angegeben, wenn das Inſtrument, nachdem es zuvor zu einer gewiſſen Temperatur gebracht worden iſt, plötzlich in ein anderes Medium von einer andern gegebenen bleibenden Temperatur gebracht wird.

Zuerſt wog er nun von den oben angeführten geſchmorten Aepfeln 960 Gran ab, und fand durch eine Rechnung, daß der in ſelbigen enthaltene faſerige Theil nicht mehr als $18\frac{9}{10}$ Gran wog, mithin noch weniger als $\frac{1}{50}$ der ganzen Maſſe betrug, ſo daß nach ſeiner Meinung der Reſt, der mehr als $\frac{49}{50}$ des Ganzen ausmachte, faſt nichts als Waſſer ſey. War nun das Thermometer mit ſolchen geſchmorten Aepfeln umgeben, ſo fand er die Zeit, welche nöthig war, damit das Thermometer von 80° bis 160° ſtieg, in Mittelzahlen 335 Sekunden; da im Gegentheil, wenn das Thermometer bloß mit Waſſer umgeben war, nur 172 Sekunden verfloſſen, um ebenfalls das Thermometer von 80° bis 160° ſteigen zu bringen. Bey Abkühlungen von 160° bis 80° in geſchmorten Aepfeln verfloſſen 520 Sekund. und im Waſſer 377 Sekund.

Aus dieſen Verſuchen glaubte nun **Thompſon** entſcheidend dieſe wichtige Thatſache bewieſen zu haben: **daß eine geringe Quantität gewiſſer Subſtanzen mit Waſſer vermiſcht, ſehr ſtark die wärmeleitende Kraft dieſes Fluidums zu ſchwächen vermag.**

Wenn wir alſo annehmen, daß die Wärme im Waſſer eben ſo wie in der Luft und andern elaſtiſchen Flüſſigkeiten fortgepflanzt, nähmlich, daß ſie durch ſeine Theilchen transportirt wird, daß dieſe Theilchen durch den Wechſel des ſpecifiſchen Gewichts bey Veränderung der Temperatur in Bewegung geſetzt werden, und daß überhaupt keine Mittheilung oder kein Wechſel ihrer Wärme zwiſchen den Theilen eines und desſelben Fluidums Statt findet; ſo iſt offenbar, daß die Fortpflanzung der Wärme in einem Fluidum auf zweyerley Art gehemmt werden kann, einmahl dadurch, daß wir ſeine Flüſſigkeit vermindern, welches durch Auflöſung irgend einer ſchleimigen Subſtanz darin geſchieht, und dann auf eine noch weit einfachere Weiſe dadurch, daß wir die Bewegung ſeiner Theilchen während der Operation des Transports der Wärme erſchweren und verhindern, welches dadurch erhalten wird, daß man irgend einen feſten Körper, der ein Nichtleiter der Wärme ſeyn muß, in kleinen Maſſen, oder von großer Oberfläche im Verhältniſſe gegen ſeine Dichtigkeit, mit dem Fluidum vermengt.

Noch andere Verſuche, bey welchen er Stärke mit Waſſer und Eiderdunen mit Waſſer vermiſcht hatte, ſchienen ihm auf die entſcheidendſte Art zu beweiſen, daß die Wärme im Waſſer nur zu Folge der innern Bewegung desſelben fortgepflanzt, oder daß ſie von den Theilchen des Liquidums transportirt oder fortgeführt wird, und ſich nicht, wie man gewöhnlich glaubt, darin ausbreitet oder expandirt.

Herr Thompſon hat noch weit mehrere Verſuche zur Beſtärkung ſeiner Meinung, daß alle Liquida wahre Nichtleiter der Wärme ſind, mit Eisſcheibchen angeſtellt, welche er unter mancherley Vorrichtungen unter Waſſer brachte, und beſonders darauf aufmerkſam war, wo und auf welche Art ſie ſchmelzten.

Gegen die Verſuche des Herrn Thompſon hat ſchon Herr Gren *) einige nicht unwichtige Zweifel erhoben, und die Schlüſſe, welche er daraus gezogen, keines Weges als

*) Neues Journal der Phyſik. B. IV. S. 451 f.

als richtig anerkannt. Es ſey, ſagt Gren, Thatſache, daß feſte Subſtanzen bey dem Uebergange in den Zuſtand der tropfbaren Flüſſigkeit, und daß tropfbar flüſſige bey ihrem Uebergange zur elaſtiſchen Flüſſigkeit Wärme latent machen oder Wärmeſtoff verſchlucken, daß folglich die Quantität der Wärme, die zum Schmelzen der feſten, oder zum Verdunſten der feſten oder liquiden Subſtanzen verwendet wird, keine Temperaturerhöhung zu Wege bringen könne. Es iſt alſo auch unläugbar, daß die Wärme, welche von einem erhitzten Körper an eine ſchmelzbare oder verdunſtbare Materie tritt, und ſie zum Schmelzen oder Verdunſten bringt, alsdann fürs Gefühl oder Thermometer ſo gut wie verloren gehe; ſo lange ſie latent bleibt, nicht wieder ſo zu ſagen zurückgeworfen werde, und keinen gegenſeitigen Wechſel oder keine mittlere Temperatur hervorbringe. Wenn alſo ein ſolcher ſchmelzbarer oder verdunſtbarer Stoff um einen erhitzten Körper herum eine Hülle bildet, ſo geräth die von dieſem austretende Wärmematerie gewiſſer Maßen in einen Schlund, aus dem ſie nicht wieder heraustritt, und es muß da nothwendiger Weiſe die Abkühlung des erhitzten Körpers bey übrigens gleichen Umſtänden ſchneller erfolgen, als wenn er mit einer Hülle umgeben iſt, die ſelbſt eine Temperaturerhöhung erleidet, und wo der Verluſt der Wärme des darin eingeſchloſſenen erhitzten Körpers nur die Differenz des gegenſeitigen Wechſels ihrer beyderſeitigen Wärmetheile iſt. Schmelzbare und verdunſtbare Subſtanzen ſind alſo hiernach beſſere Leiter der Wärme, als nicht ſchmelzbare und fixe. Aus eben dem Grunde ſind Holzkohlen, Federn, Haare, Wolle, Holz, Stroh, ſchlechte Leiter für die Wärme, ſchmelzendes Eis, Waſſer, Weingeiſt u. ſ. w. gute und beſſere Leiter. Die wärmeleitende Kraft beſteht alſo hauptſächlich in dem Vermögen derſelben, freye Wärme zur latenten zu machen.

Die Wärmematerie kann als Materie andere Subſtanzen nicht mechaniſch durchdringen, eben weil auch ſie undurchdringlich ſeyn muß; nur durch Anziehung anderer Stoffe

dagegen kann ſie dieſe durchdringen. Die Fortpflanzung der Wärme in andern Materien ſelbſt, in ſo fern dieſe mit Stetigkeit ihren Raum erfüllen, kann alſo nicht anders geſchehen, als daß die Wärmetheile davon angezogen werden; und daher glaubte Gren, der damahls die dynamiſche Lehre angenommen hatte, daß auch die Wärmetheilchen, welche Rarefaction hervorbringen, thermometriſch wirken, ebenfalls latent werden; nur daß freylich dieſe Wärmetheilchen, weil ſie auch nicht chemiſch gebunden ſind, durch jeden Körper von niedrigerer Temperatur ſtärker angezogen werden, und ſich dann wieder in dieſen thermoſkopiſch zeigen, oder Rarefaction zu Wege bringen.

Wenn endlich die Theile einer Materie Verſchiebbarkeit in einem hohen Grade beſitzen, wie die aller flüſſigen Stoffe, ſo müſſen nach hydroſtatiſchen Geſetzen die erwärmten und deßhalb im Volum zugenannten Schichten in den kältern, und daher ſpeciſiſch ſchwerern, aufſteigen, eben weil die Fortpflanzung der Wärme in dem Raume der ganzen Maſſe, die aus dem vorhin angeführten Grunde durch Anziehung der Materie in dieſem Raume geſchiehet, nicht momentan ſeyn kann. Allerdings muß daher die Abkühlung eines erhitzten Körpers in einem Medium, deſſen Theile durch die Temperaturveränderung in Bewegung geſetzt werden, anders erfolgen, als wenn dieſe unbewegt an ihrer Stelle blieben; und die wärmeleitende Kraft der flüſſigen Mittel muß aus dieſer Urſache größer ſeyn, als ſie ſeyn würde, wenn ihre Theile durch die Wärme nicht in Bewegung geſetzt würden.

Gegen eben dieſe Behauptung des Herrn Thompſon, daß die wärmeleitende Kraft flüſſiger Körper vermindert wird, wenn die Bewegung ihrer Theile gehemmt wird, kann nach Herrn Gren's Meinung wohl kein Zweifel Statt finden; allein darin ſcheint erſterer nach des letztern Urtheile ſo weit zu gehen, daß die flüſſigen Subſtanzen an ſich wirkliche Nichtleiter der Wärme wären, und nur zu Folge der Bewegung ihrer Theile die zugeführte Wärme fortführten; ja, daß unter den individuellen Theilen flüſſiger Körper kein gegenſei-

genſeitiger Wechſel ihrer Wärmetheilchen Statt finde. Denn da die Theile flüſſiger Subſtanzen Temperaturveränderungen erleiden, ſo müſſen ſie auch Wärmeſtoff empfangen und mittheilen können, und folglich muß auch die Wärme in ihnen ſelbſt und durch ſich ſelbſt fortpflanzen, wie in jeder Materie. Herr Gren fragt, was heißen individuelle Theile des Waſſers? In einem Liquidum, das ſeinen Raum mit Stetigkeit erfüllt, könne man keinen Theil den kleinſten nennen, und es ſey folglich jener Ausdruck ganz unbeſtimmt. Daß aber die Bewegung der Schichten, die durch die Wärme veranlaßt wird, durch die von Herrn Thompſon gebrauchten Mittel wirklich gehemmt werde, wie er voraus ſetze, hat er nach Gren's Urtheile nicht erwieſen; ſondern die Reſultate ſeiner Verſuche folgen ganz natürlich daraus, daß im Gemenge aus einer die Wärme ſchlechter und einer ſie beſſer leitende Subſtanz die Wärme ſchlechter leiten müſſe, als die leztere allein. Bey den Verſuchen mit der Maſſe von geſchmorten Aepfeln ſey auch noch der Umſtand zu erinnern, daß er die ſchleimigen und zuckerartigen Theile derſelben ganz überſehen habe, die aus dem vorhin angeführten Grunde ſchlechtere Leiter wären, als reines Waſſer, und über dieß durch ihre Anziehung zum Waſſer die Verdunſtbarkeit deſſelben ſchwächen, und alſo auch noch in ſo fern ſeine wärmeleitende Kraft vermindern könnten.

Zulezt bemerkt Herr Gren noch, daß ſchmelzbare Subſtanzen die ſtärkſte wärmeleitende Kraft im Akt ihres Schmelzens äußerten, und daher bey niedrigern Temperaturen, die nicht zu ihrem Schmelzen hinreichten, ſchlechtere Leiter der Wärme ſeyn könnten. So iſt es z. B. mit dem Schnee, der für Temperaturen unter dem Gefrierpunkte ein ſchlechter Leiter der Wärme, für die über dem Gefrierpunkte hingegen ein ſehr ſtarker iſt. Eben ſo ſind auch geſchmolzene Subſtanzen im Akt ihres Erſtarrens oder Gerinnens ſchlechte Leiter der Wärme, wie geſtehender Talg, Wachs u. ſ. w. beweiſen.

Außer Herrn Gren hat auch Herr de Lüc, einer von den eifrigſten Vertheidigern der atomiſtiſchen Phyſik, gegen

Thompſon's Behauptung, daß das Waſſer ein wahrer Nichtleiter der Wärme ſey, verſchiedene Einwendungen gemacht *). Nach ſeiner Meinung kann Thompſon's Behauptung mit keiner der bekannten Theorien über die Wärme beſtehen. Denn wenn man einen Wärmeſtoff als Urſache der Wärme annehme, ſo müſſe man ſich die einzelnen Theilchen einer Flüſſigkeit entweder als einfach, d. i. als wahre Elemente, oder als aus einfachen, chemiſch verwandten Elementen zuſammengeſetzt denken. Im erſtern Falle könnten ſie von der wärmeerzeugenden Flüſſigkeit nicht durchdrungen werden; im letztern würde ihre chemiſche Vereinigung vom durchdringenden Wärmeſtoffe getrennt, und folglich die Natur der Flüſſigkeit vermindert werden, wie man das in mehreren Fällen beobachtet habe. Die Theilchen ſelbſt könnten daher nicht verdünnt und ausgedehnt werden; und unſere Begriffe von Wärme paßten nur auf ein Aggregat derſelben, nicht auf ſie einzeln. Indem der Wärmeſtoff ſich zwiſchen ihnen mit großer Heftigkeit bewege, treibe er ſie aus einander, und dieſe Ausdehnung des Körpers geſchehe, ohne daß der Wärmeſtoff ſich chemiſch mit dem Körper vereinigte. Sey dieß, ſo höre er vielmehr auf, ſich als freye Wärme zu äußern. Die Dichtigkeit desſelben im freyen Zuſtande beſtimme die Temperatur oder den Wärmegrad jedes Körpers, der aber auch von der Natur des Körpers abhange. Jede Subſtanz, feſte, flüſſige, luftförmige ſey für den ſo feinen Wärmeſtoff durchdringbar, und ſo könne es unter ihnen keinen Nichtleiter geben. (Dieß letztere ſollte aber eigentlich erſt bewieſen werden).

Dasſelbe folge aus der Theorie, welche die Urſache der Wärme in die Schwingungen der Theilchen eines Körpers ſetze. Indem dieſe Schwingungen machten, dehnten ſie ſich nicht einzeln aus, ſondern ſich nun gegenſeitig aus einander, wodurch nur eine Maſſe von Theilchen, nach Verhältniß der Stärke, womit ſie ſchwingen, ſich in einen größern Raum auszubreiten gezwungen werde. Warum ſollten ſich über dieß

*) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. I. S. 464 f.

dieß die Schwingungen nicht eben ſo wohl unter den Thei-
len einer Flüſſigkeit, als zwiſchen feſten und flüſſigen Theil-
chen fortpflanzen? Dieß zu läugnen, dazu berechtige uns
nichts in dieſer Theorie.

Aus dem Hauptverſuche mit einem Inſtrumente, worin
bey Annäherung an einen wärmern oder kältern Körper,
ſo gleich zwey entgegengeſetzte Ströme entſtanden, folge für
die Fortpflanzung der Wärme durch Flüſſigkeiten gerade
das Gegentheil von der Hypotheſe, welche Herr Thompſon
darauf gründe. Denn der herauf- und herabſteigende Strom,
wenn ein warmer Körper dem Inſtrumente plötzlich genä-
hert werde, hatten doch ſicher eine meßbare Dicke. Da ſie
nun durch Ausdehnung der Flüſſigkeit entſtanden, ſo mußte
dieſe bis in eine meßbare Tiefe augenblicklich bey Annähe-
rung eines warmen Körpers ausgedehnt, alſo von der Wärme
ſelbſt bis zu dieſer Tiefe augenblicklich durchdrungen werden.
Der Grund, warum in einer Flüſſigkeit dieſe Durchdrin-
gung nicht, wie beym feſten Körper, in derſelben Richtung
weiter gehe, ſey der Strom ſelbſt, der im Augenblick ge-
ſchehe, als die Waſſertheilchen an den Seiten des Glaſes,
beym Durchlaſſen der Wärme ausgedehnt, und folglich ſpe-
ciſiſch leichter würden. Dieſe ſtiegen daher in die Höhe,
ehe ſie ihr Uebermaß von Wärme den zur Seite liegenden
Theilchen mittheilen könnten.

Da die Theile eines kalten Körpers von einem warmen
Körper, in dem Grade, als ſie erwärmt werden, in der-
ſelben Zeit immer weniger Wärme annehmen könnten, ſo
müſſe ſich eine Flüſſigkeit von unten herauf weit ſchneller,
als von oben herab erwärmen laſſen. Denn im erſten Falle
ſtiegen die erwärmten Theilchen aufwärts, und es kämen
immerfort die kältern in die Nähe des erwärmenden Kör-
pers. Im zweyten Falle hingegen, wo keine innere Bewe-
gung Statt finde, blieben die am ſtärkſten erwärmten Theil-
chen immer zunächſt an dem heißen erwärmenden Körper.
Hieraus erkläre ſich, warum in den Verſuchen des Herrn
Thompſon eine Eisſcheibe, welche überm heißen Waſſer
ſchwamm,

ſchwamm, ſo viel ſchneller ſchmolz, als eine Eisſcheibe, auf der das heiße Waſſer ſtand. Im erſten Falle ſank das erkaltete Waſſer beſtändig fort zu Boden, und das wärmſte war ſtets mit der Eisſcheibe in Berührung; im letztern Falle hingegen blieb das kältere Waſſer beym Eiſe ſtehen, daher die Wärme nur ſehr langſam bis zum Eiſe hinab zu dringen vermochte.

In der That zeigen ſich auch in den Verſuchen des Herrn Thompſon, daß die Eisſcheibe unter dem heißen Waſſer allmählich immer mehr und mehr ſchmolz. Dieſen Umſtand erkläre indeß Thompſon aus der merkwürdigen Eigenſchaft des Waſſers, daß es ſich beym Erkalten von 40 bis auf 32° nach Fahrenheit ausdehnt, ſtatt ſich, wie andere Körper, immerfort zuſammen zu ziehen. Denn da das Waſſer, welches Eis berühre, immer eine Temperatur von 32 Grad habe, ſo müſſe es, jener Eigenſchaft gemäß, aufſteigen, dagegen das 40° warme hinabſinken, und dieſes das Eis ſchmelzen.

Nach de Lüc's Beſtimmung der ſonderbaren Erſcheinungen beym Erkalten des Waſſers, iſt dieſes bey 41° nach Fahrenh. am ſtärkſten verdichtet, und dehnt ſich von dieſer Temperatur bis zu 32° herab eben ſo ſehr, als bey der Erwärmung von 41 bis 50° aus. Allein dieſe Ausdehnung betrage nur $\frac{1}{180}$ von der, welche das Waſſer vom Froſt bis zum Siedpunkt erleidet. Ueber dieß verdichtet ſich das Waſſer von 50 Grad herab, und von 32° heraufwärts gleich anfangs ſo ſchnell, daß es von 45 bis 35° faſt gar keine Veränderung erleidet, und eine beynahe unmerkliche Verſchiedenheit in der Ausdehnung hat. Schwerlich ſey daher dieſe geringe Verſchiedenheit fähig, aufſteigende und herabſteigende Ströme hervorzubringen.

Ein Thermometer, um das ringsum eine Eisſchale gefroren ſey, folge ſeinen Beobachtungen gemäß den Bewegungen eines nicht umfrornen in jeder Temperatur unter dem Froſtpunkte.

Es

Es habe alſo Thompſon, wie alle dieſe Gründe zeigten, ſeinen Satz, daß Flüſſigkeiten Nichtleiter der Wärme wären, nicht erwieſen; vielmehr folge aus ſeinen eigenen Verſuchen, daß ſie ſo wohl, als alle andere Subſtanzen, von der Wärme durchdrungen wurden.

Herrn de Lüc's Gründe ſcheinen ſich aber ſehr leicht ſelbſt durch Herrn Thompſon's Hypotheſe widerlegen zu laſſen. Allein ſchon Gren's Gründe ſind meiner Meinung nach hinreichend, um dadurch zu beweiſen, daß Thompſon's Folgerungen, die er aus ſeinen in der That intereſſanten Verſuchen herleitete, unſtatthaft ſind. Beſonders führet aber noch Nicholſon gegen Thompſon's Behauptung dieſe ganz richtige Bemerkung bey, daß, wenn kein Waſſertheilchen Wärme annehmen und wieder fahren laſſen könne, ſelbſt der ganze Prozeß der Fortpflanzung der Wärme durch Circulation in Flüſſigkeiten unmöglich wäre; fände aber umgekehrt dieſes Statt, ſo könne auch die Wärme von Theilchen zu Theilchen übergehen, und ſich auf dieſe Art fortpflanzen. Es hat alſo Herr Thompſon durch ſeine Verſuche eigentlich nur ſo viel erwieſen, daß das Waſſer nur ein ſchlechter Leiter der Wärme ſey, nicht aber, Waſſer ſey ein vollkommener Nichtleiter der Wärme.

Uebrigens iſt die Unterſuchung über die wärmeleitende Kraft der verſchiedenen Subſtanzen, wie oben ſchon bemerket worden, für die Künſte und Handwerke ungemein nützlich und vortheilhaft. So hat z. B. Herr Watt bey ſeinen Verbeſſerungen der Dampfmaſchine dieſe Erfahrungen mit Vortheil benutzt, indem er den eiſernen Cylinder desſelben mit einem hölzernen bekleidet, und den Zwiſchenraum mit einem ſchlechten Wärmeleiter, mit Kuhhaaren, ausfüllt.

Uebrigens laſſen ſich aus der Lehre von der wärmeleitenden Kraft der verſchiedenen Körper mancherley Naturphänomene erklären. So gründet ſich z. B. die Wahrnehmung, daß in Zimmern, worin durch Verbrennen von Oehl und dergleichen ſich rußhaltiger Dampf bildet, an der Decke derſelben mit der Zeit die Stellen, wo die Balken laufen, durch ihre

ihre weißere Farbe erkennbar werden, auf die ſchlechterleitende Beſchaffenheit des Holzes für Wärme. Auch läßt ſich aus der verſchiedenen wärmeleitenden Kraft leicht erklären, warum ein Stück Metall und ein Stück Holz, beyde von gleicher, aber niedrigerer Temperatur als unſer Körper, ſich nicht gleichförmig kalt beym Anfühlen zeigen.

Die erſte und allgemein bekannte Wirkung der Wärme iſt die Ausdehnung der Körper durch ſelbige in einen größern Raum. Unzählige Verſuche beſtätigen dieß. So ſchwillt eine mit Luft zum Theil angefüllte ſchlaffe Blaſe über einem Kohlenfeuer auf; hohle Kugeln, welche im kalten Branntewein ſchwimmen, ſinken im erwärmten Weingeiſt; Queckſilber ſteigt in gläſernen Röhren höher, wenn dieſe erwärmt werden. Wachskugeln ſinken im heißen Waſſer unter, da ſie im Gegentheil im kalten ſchwimmen; eine eiſerne Stange geht nach dem Glühendwerden nicht mehr durch einen Ring, durch den ſie in der Kälte geht; ein Eiſendraht verlängert ſich beym Glühendwerden u. ſ. f.

Die Größe der Ausdehnung der Körper durch die Wärme bey gleichem Volumen derſelben und bey gleicher Intenſität der mitgetheilten Wärme richtet ſich nicht nach einem bekannten Geſetze. Im Allgemeinen dehnen ſich elaſtiſche Flüſſigkeiten ſtärker und ſchneller aus, als tropfbar flüſſige; dieſe ſtärker und ſchneller als feſte Körper. Werkzeuge, um die Ausdehnung feſter Körper bey bekannten Temperaturen zu meſſen, ſind unter dem Artikel, Pyrometer, beſchrieben worden, ſo wie auch daſelbſt Verſuche über die Ausdehnungsverhältniſſe des Glaſes und der Metalle angegeben ſind.

Dieſe Wirkung der Wärme, welche in der Ausdehnung der Körper in einen größern Raum beſteht, hat die Veranlaſſung gegeben, gewiſſe Subſtanzen zur Beſtimmung der Ab- und Zunahme der Quantität oder Intenſität der die Wärme hervorbringenden Urſache zu gebrauchen. M. ſ. **Thermometer.** Zu dieſer Abſicht dienen vorzüglich die elaſtiſch flüſſigen und tropfbar flüſſigen Körper, weil gerade dieſe von der Wärme am ſchnellſten und ſtärkſten ausgedehnt werden.

den. Indeſſen ſind nicht alle Flüſſigkeiten zum Maße der Wärme gleich gut brauchbar. Will man bey Beſtimmung der Wärmegrade auch eine der Intenſität der Wärme proportionirte Ausdehnung der Flüſſigkeit haben, ſo ſcheint hierzu nach de Lüc's Verſuchen das Queckſilber vorzüglich geſchickt zu ſeyn. M. ſ. Thermometer. Bey andern Flüſſigkeiten iſt es noch nicht unterſucht, ob ihre Ausdehnung der Intenſität der Wärme proportional ſey. Ueberhaupt beſitzen wir über die Ausdehnung tropfbar flüſſiger Körper in der Wärme erſt wenig zuverläſſige Beobachtungen, welche lehren, daß die Ausbreitung verſchiedener tropfbar flüſſigen Subſtanzen ſehr verſchieden durch gleiche Grade von Wärme ausfalle, und daß alle Angaben über die Größe der Ausdehnung durch eine gewiſſe Anzahl von Graden ſehr unzuverläſſig ſind, wenn nicht genau beſtimmt iſt, bey welchem Grade der Wärme ſie gefunden worden ſind. Nach Herrn Schmidt's *) Verſuchen nimmt der körperliche Inhalt, wenn man ihn bey 15° Reaum. = 1 ſetzt, durch die Zunahme der Wärme von 30 Gr. Reaum. oder von 15° bis 45° Reaum. zu

bey Waſſer — —	um 0,01328
— Weingeiſt (ſpeciſ. Gewicht 0,827)	— 0,03973
— Terpentinöhl —	— 0,03708
— Baumöhl — —	— 0,03019
— alkaliſche Lauge (4 Th. Waſſ. 1 Theil Salz)	— 0,01512
— Salzwaſſer (4 Th. Waſſ. 1 Th. Salz)	— 0,01515
— doppeltes Scheidewaſſer (ſpec. Gew. 1,170)	— 0,02460
— Vitriolöhl (ſpec. Gew. 1,893)	— 0,02340

Aus der Ausdehnung der tropfbar flüſſigen Körper durch verſchiedene Wärmegrade erhellet die Nothwendigkeit, bey der Beſtimmung der eigenthümlichen Gewichte derſelben eine gewiſſe Normaltemperatur feſtzuſetzen. M. ſ. Schwere, ſpecifiſche.

Uebrigens kann die Ausdehnung der Körper durch die Wärme nicht länger Statt finden, als wirklich freye Wärme vorhanden iſt. So bald dieſe durch irgend eine Art unwirkſam

*) Gren's neues Journ. der Phyſ. B. I. S. 436 f.

ſam gemacht wird, ſo zieht ſich der Körper in ſeinen vorigen kleinen Raum wieder zurück. Mithin werden alle Körper durch das Entweichen der freyen Wärme in einen kleinern Raum gebracht oder verdichtet.

Alle uns bekannte Körper können nur bis auf einen gewiſſen Grad erhitzt und ausgedehnt werden, welcher bey verſchiedenen Körpern verſchieden iſt; alsdann erleiden ſie eine Aenderung ihrer Form. Feſte Körper werden vornähmlich in den Zuſtand der Flüſſigkeit verſetzt. M. ſ. **Schmelzung**. Wird ihnen aber dieſe Wärme, die ſie zum Zuſtande der Flüſſigkeit nöthig hatten, entzogen, ſo werden ſie wieder feſt. M. ſ. **Geſtehen**. Ueberhaupt bringt eine hinreichende Kälte alle flüſſige Körper in den Zuſtand der Feſtigkeit. M. ſ. **Gefrieren**. Man kann daher mit Recht ſagen, daß die Wärme das allgemeine Princip der Flüſſigkeit ſey.

Eine beſonders merkwürdige Veränderung der Form, welche viel feſte und flüſſige Körper (wahrſcheinlich alle Körper,) bey einem hinreichenden Grade der Hitze erleiden, iſt dieſe, daß ſie in elaſtiſchen Dampf verwandelt werden. Man nennt dieſen Vorgang die **Verdampfung** oder **Verflüchtigung** der Körper. Bey flüſſigen Körpern werden dieſe Dämpfe ſo ſchnell entwickelt, daß ſie mit Geräuſch aus dem Innern des Flüſſigen durch die Oberfläche deſſelben hervorbrechen, und dadurch ein ſtarkes Aufwallen verurſachen. M. ſ. **Sieden**. Die Wärme wirkt bey der Dampfbildung bloß mechaniſch; denn ſo bald ſie den Dämpfen entweder durch Kälte oder Druck entzogen wird, ſo verwandeln ſie ſich wieder in die vorige tropfbar flüſſige oder feſte Materie. M. ſ. **Verdichtung**.

Eine andere merkwürdige Wirkung der Wärme iſt dieſe, daß ſie endlich verſchiedene Subſtanzen in **permanent-elaſtiſche Materien**, **Gasarten** oder **Luftarten** verwandelt, welche unſichtbar ſind, und durch Kälte und Zuſammendrückung nicht wieder in tropfbar flüſſige oder feſte Körper zurückgebracht werden können, worin ſie ſich von den eigentlichen Dämpfen unterſcheiden. Ohne Zweifel iſt die

Wärme

Wärme mit den Luftarten chemiſch gebunden; daher ſie auch nicht anders zerſetzt werden können, als wenn eine Subſtanz mit der Baſis der Luft eine nähere chemiſche Verwandſchaft hat, als die Baſis mit der Wärme. Uebrigens beſitzen alle Gasarten dieſelben mechaniſchen Eigenſchaften, wie die atmoſphäriſche Luft.

Wenn eine Maſſe geſtoßenes Eis oder auch Schnee in einem Gefäße ſo kalt iſt, daß ein hineingeſtelltes Thermometer ungefähr 10 Grade zeigt, hiernächſt ſolches in ein warmes Zimmer gebracht wird, ſo daß die erkaltete Maſſe beſtändig einem gleichförmigen Wärmeſtrome ausgeſetzt iſt, ſo wird nun das Thermometer bis 32 Grad Fahrenh. ſteigen, alsdann aber ſtill ſtehen, wenn gleich die kalte Maſſe ein und demſelben Wärmeſtrome ausgeſetzt iſt. Die Temperatur des Eiſes ſteigt nicht höher, ſo viel Wärme ihm auch zugeführt wird; aber es ſchmelzt nach und nach, und erſt alsdann, wenn dieß geſchehen, ſo kommt endlich das Thermometer zum Siedpunkt, wenn das Waſſer zum Sieden gekommen iſt; hier bleibt es aber wieder ſtehen, und ſteigt nicht höher, ſo viel Wärme auch dem Waſſer zugeführt wird, wenn nur das Waſſer das Thermometer umgibt. Dieſe Erfahrung beweiſet alſo, daß die auf das Eis wirkende Wärme eben ſo wenig die Temperatur des Eiſes über den Gefrierpunkt erhöhet, als die auf das Waſſer wirkende es über den Siedpunkt erhitzen kann. Es ſchränkt ſich alſo die Wirkung der Wärme auf das Eis darauf ein, die Form desſelben zu ändern, und es in tropfbar flüſſiges Waſſer zu verwandeln, ſo wie die Wirkung derſelben auf das tropfbar flüſſige Waſſer bey der Siedhitze ebenfalls darauf ſich einſchränkt, es in Dampf aufzulöſen. So lange dieſe Verwandlung dauert, bleibt das Thermometer im erſten Falle auf dem Gefrierpunkte, im andern auf dem Siedpunkte unverändert ſtehen. Da alſo die dem ſchmelzenden Eiſe oder dem ſiedenden Waſſer mitgetheilte Wärme keine höhere Temperatur, keine vermehrte Wirkung auf unſer Gefühl oder aufs Thermometer darin hervorbringt, ſondern ihre

thermometriſche und erwärmende Kraft gänzlich verliert, daß ſie das feſte Waſſer in tropfbar flüſſiges, oder dieſes in Dampf verwandelt, ſo nennt man ſie dieſerwegen **unmerkbare, verborgene, fixirte Wärme.** Die Menge von Wärmetheilchen nähmlich, welche zur Veränderung des Eiſes in liquides, oder des liquiden in dampfförmiges verwendet werden muß, muß für das Thermometer und das Gefühl verloren gehen; ſie kömmt aber auch wieder als freye Wärme zum Vorſchein, wenn das dampfförmige Waſſer zum tropfbar flüſſigen, oder das flüſſige Waſſer zum Gefrieren gebracht wird. Uebrigens hat man aber den **adhärirend gebundenen**, und **chemiſch gebundenen Wärmeſtoff** zu unterſcheiden; jener findet ſich bey der Schmelzung feſter Subſtanzen und bey der Verwandlung in Dampf, der letztere aber bey der Bildung der Luſtarten. Den erſtern kann jeder Körper von einer niedrigern Temperatur entziehen, den letztern hingegen nicht.

Herr **Pictet** und Herr **Prevoſt** unterſcheiden noch den ſtrahlenden Wärmeſtoff von dem durch die Materien **fortgepflanzten** (feu propagé des **Pictet**, oder feu géné des **Prevoſt**,), und betrachten bloß jenen als freyen und dieſen als unmerkbaren oder fixirten Wärmeſtoff. Dagegen will aber **Gren** dieſen Unterſchied nicht zulaſſen, weil wir den Wärmeſtoff nur frey nennen, welcher auf die thermoſkopiſche Subſtanz wirkt.

Diejenige Wärme, welche bey der Bildung liquider oder elaſtiſch flüſſiger Körper gebunden wird, muß natürlich wieder als freye oder empfindbare Wärme zum Vorſchein kommen, und eine Erhöhung der Temperatur zu Wege bringen, wenn elaſtiſch flüſſige Körper wieder zu tropfbar flüſſigen oder feſten, oder tropfbar flüſſige wieder zu feſten werden; ſo wie hingegen eine Erniedrigung der Temperatur oder Kälte entſtehen muß, wenn feſte Körper bey ihrem Schmelzen, oder feſte und liquide bey ihrem Uebergange zu elaſtiſch flüſſigen Materien den berührenden Stoffen den dazu nöthigen Wärmeſtoff

meſtoff entziehen. Herr Gren hat dieß auf folgende allgemeine Geſetze zurückzubringen geſucht.

I. Der freye Wärmeſtoff wird zum unmerkbaren in Körpern, die aus dem Zuſtande der Feſtigkeit in den der Flüſſigkeit übergehen.

Im Winter von 1754. bis 1755. ließ Herr de Lüc α) Waſſer in Trinkgläſern gefrieren, in welche er Thermometer geſtellt hatte, deren Kugeln folglich mit Eiſe umgeben wurden. Nachdem er nachher dieſen kleinen Apparat ans Feuer brachte, ſo ſtiegen die Thermometer bis zum Augenblicke des Schmelzens des Eiſes. Alle übrige Wärme ward hernach zum Schmelzen des Eiſes verwendet, mithin von dieſem verſchluckt, ohne auf die Thermometer wirken zu können. Beynahe zu gleicher Zeit machte Dr. Black zu Edinburgh dieſe Erfindung, welche er ſchon im Jahre 1757., ohne ſie jedoch öffentlich bekannt zu machen, in ſeinen Vorleſungen vortrug; er beſtimmte nähmlich durch einen Verſuch, den nachher Crawford angeführt hat, daß eine Eismaſſe von 32° Fahrenh. mit einer gleichen Maſſe Waſſer von 172° vermiſcht ganz ſchmelze, und die Miſchung doch nur die Temperatur von 32° behalte, daß mithin 140° Wärme bloß aufs Schmelzen verwendet, und im flüſſigen Waſſer gebunden werden.

Lange Zeit blieben dieſe Entdeckungen unbemerkt, bis endlich im Jahre 1772. Herr Wilke, ohne von den angeführten Wahrnehmungen etwas gewußt zu haben, dasſelbe fand, und es zugleich mit der Erklärung bekannt machte β). Die Wärme, welche beym Schmelzen des Schnees latent gemacht wird, beſtimmte er auf 72 Grad der ſchwediſchen Skale (faſt 130° nach Fahrenh.), mithin um etwas weniges geringer als nach Black's Verſuchen. Er ſagt, dieſe 72 Grade werden zum Schmelzen des Schnees verwendet, nachher verhält ſich geſchmolzenes Eis und Schnee wie eiskaltes

 Waſſer,

α) Unterſuch. über die Atmoſph. Th. I. §. 438. e — g. deſſen Neue Ideen über die Meteorologie. §. 179.

β) Schwediſche Abhandl. 1772. B. XXXIV. S. 93. neue Schwed. Abhandl. 1782. Th. II.

Waſſer, und verſtattet der übrigen Wärme, ſich gleichförmig durch die ganze Maſſe zu vertheilen.

Bedeuten alſo M und m die Maſſen des Waſſers und des Schnees, und T und t die Temperaturen dieſer beyden Maſſen, wo $t = o$, ſo hat die Miſchung nicht, wie Richmanns oben angeführte Formel erforderte, $\frac{MT}{M+m}$, ſondern $\frac{MT - 72m}{M+m}$ Temperatur an der ſchwediſchen Skale. Wenn $MT = 72m$, ſo wird die Temperatur $= o$, und die ganze Miſchung bleibt eiskalt. Da nun M an der atmoſphäriſchen Luft nicht größer, als die Siedhitze oder 100 Grade werden kann, ſo kann auch in dieſem Falle m nicht größer als $\frac{100 M}{72}$ oder $1\frac{7}{18} M$ werden, d. h., ſelbſt ſiedendes Waſſer kann ungefähr nur $1\frac{1}{3}$ ſo viel Schnee, als ſein Gewicht ausmacht, ſchmelzen. Wäre aber $MT < 72m$, ſo hat die Formel gar keine Gültigkeit mehr. Es wird nicht die Temperatur negativ, oder das Waſſer zum Gefrieren gebracht, wie man vermuthen könnte, ſondern es ſchmelzt bloß ein Theil von Schnee, welcher am Gewichte $\frac{MT}{72}$ beträgt, der übrige Theil bleibt ungeſchmolzen, und die ganze Maſſe kommt auf die Temperatur $= o$. Dieß beweiſet alſo überzeugend, daß nur ſo viel Wärme verloren geht, als auf die Schmelzung des Schnees verwendet wird.

Dieß Nähmliche zeigte ſich auch, wenn gleich Waſſer und Schnee nicht unmittelbar vermiſcht, ſondern nur blecherne Büchſen, eine mit eiskaltem Waſſer, die andere mit Schnee, in welchen Thermometer ſtanden, in ſiedendes Waſſer gebracht wurden. So bald das Thermometer in der Büchſe mit Waſſer 72 Grade erreicht hatte, ward die Schneebüchſe herausgezogen; das Thermometer zeigte in ihr noch 2 Grade, es fiel aber, als der Schnee völlig geſchmolzen war, bis auf o, wo es ſtehen blieb.

Uebri-

Uebrigens darf man ſich nicht wundern, daß Wilke den Grad der latenten Wärme etwas geringer, als Dr. Black anſetzt, weil vorzüglich dem zerſtoßenen Eiſe oder dem Schnee immer ſchon eine gewiſſe Menge Waſſer beygemiſcht iſt, welche mit gewogen wird, ohne Wärme zu binden oder zum Verluſt der Wärme beyzutragen. Auch haben Lavoiſier und la Place weniger als Dr. Black gefunden, und nach den Verſuchen des de Lüc und de Watt war das mittlere Reſultat nicht ſehr von dem Black'ſchen verſchieden.

Eben daher iſt auch die Erkältung bey der Auflöſung kryſtalliniſcher Salze im Waſſer oder andern tropfbaren Flüſſigkeiten herzuleiten. Denn ſo bald das Salz im Waſſer ſich aufzulöſen anfängt, ſo fängt auch ein hineingeſtelltes Thermometer ſo gleich zu ſinken an, und zwar um deſto ſchneller, je ſchneller das Salz aufgelöſet wird. Uebrigens hat Dr. Blagden *) ſehr ſchön gezeigt, daß die größte Kälte Statt findet, welche durch jedes Salz mit Eis oder Schnee beym Schmelzen hervorgebracht werden kann, diejenige ſey, bey welcher eine geſättigte Auflöſung eben dieſes Salzes gefrieret; denn alsdann fällt die Urſache der Erkältung weg.

II. Der unmerkbar gewordene Wärmeſtoff wird wieder zum freyen und empfindbaren in Körpern, die aus dem Zuſtande der tropfbaren Flüſſigkeit in den der Feſtigkeit übergehen, oder die überhaupt ſich mehr verdichten.

Dieß Geſetz iſt das verkehrte des vorhergehenden, mithin eine ganz natürliche Folge davon. Diejenigen Körper, welche bey ihrer Schmelzung Wärmeſtoff gebunden haben, müſſen beym Geſtehen denſelben nothwendig wieder fahren laſſen, und folglich eine Temperaturerhöhung zu Wege bringen. Wenn daher das Waſſer gefriert, ſo entbindet ſich daraus die Wärme, welche zum Flüſſigſeyn des Waſſers nöthig wäre. Bey dem allmählichen Gefrieren läßt ſich freylich wegen der in jedem Augenblicke nur unmerklich entwik-

*) Philoſ. Transf. Vol LXXVIII. P. II. u. Gren's Journ. der Phyſik. B. I. S. 395 f.

ſelten Wärme dieſe nicht durchs Gefühl und Thermometer wahrnehmen; allein in dieſer freywerdenden Wärme iſt der Grund zu ſuchen, warum das Waſſer beym Gefrierpunkte der Luft nicht plötzlich und durchaus gefriert, und warum das bey einer ſtärkern Kälte gefrierende Waſſer doch 32° Fahr. ſo lange behält bis es durchaus gefroren iſt. Auch erklärt ſich aus dieſem Geſetze, warum Waſſer, das durch Bedeckung mit Oehl und Ruhigſtehen, ohne zu gefrieren, bis unter den Gefrierpunkt erkaltet iſt, wenn es nun durch Schütteln oder Erſchüttern, oder Umrühren zum Gefrieren gebracht wird, ein darein geſtelltes Thermometer bis 32° erhebt. M. ſ. Eis. Dieſe Entbindung der Wärme beym Gefrieren beſtättigte Dr. Black noch durch folgenden Verſuch. Ein Pfund Waſſer von 32 Grad und 1 Pfund Schnee von 4° nach Fahrenh. ſollten vermöge der Regel eine Miſchung von 18 Grad geben, welche mithin durchaus gefroren wäre. Allein es gefriert nur $\frac{1}{5}$ des Waſſers, und das ganze Gemiſch kommt auf 32°. Es werden nähmlich aus dem gefrierenden $\frac{1}{5}$ Pfund Waſſer 140 Grade Wärme frey, welche die Temperatur von 1 Pfund Schnee um $\frac{140}{5} = 28$ Grade erhöhen, alſo von 4 auf 32° bringen.

Aus dieſem Geſetz erklärt ſich ferner: 1) warum Auflöſungen von Salzen, welche nach dem Abrauchen in der Hitze kryſtalliſirungsfähig geworden ſind, weit ſpäter erkalten, als eben ſo ſtark erhitztes Waſſer von eben dem Gewichte oder eben dem Umfange, wenn ſie beyde unter gleichen Umſtänden in ein kälteres Medium geſetzt werden; 2) warum eine geſättigte Auflöſung von Glauberſalz, welche bey der vollkommenen Ruhe in einem verſtopften Glaſe erkaltet, ohne ſich zu kryſtalliſiren, im Augenblicke des Kryſtalliſirens beym Schütteln ſich erhitzt; 3) warum zerfallenes Glauberſalz, Bitterſalz, Mineralalkali, gebrannter Alaun, gebrannter Borax u. d. gl. bey der Miſchung mit Waſſer von eben der Temperatur Erhitzung zu Wege bringen; da eben dieſe Salze im kryſtalliniſchen Zuſtande Erkältung bewirken. Im erſten Falle wird nähmlich das Waſſer zum feſten, oder zum Kry-

Kalliſationseis; 4) warum ſich gebrannter Gyps und noch mehr der gebrannte ungelöſchte Kalk mit Waſſer erhitzen. Das Waſſer wird nähmlich damit zum Kryſtalliſationseis; 5) woher die Erhitzung der gebrannten Talkerde mit Vitriolöhl rührt; 6) woher die Hitze der gebrannten Kalkerde, der ätzenden Alkalien, der Metalle bey der Auflöſung in concentrirten Säuren kommt; 7) warum ſich Vitriolöhl, Salpeterſäure, mit ätheriſchen Oehlen vermiſcht, erhitzen. Dadurch werden ſie nähmlich zu Härzen verdickt; 8) warum geſchmolzener Talg, Fett, Harz, Wachs ſo ſpät erkalten; 9) warum Vitriolöhl und Waſſer, Eſſig und Waſſer, Mehl und Waſſer mit einander bey gleicher Temperatur vermiſcht, eine erhöhete Temperatur erhalten u. ſ. w.

III. Der freye Wärmeſtoff wird gebunden in Körpern, die aus dem Zuſtande der tropfbaren Flüſſigkeit in den des Dampfs übergehen.

Aus dieſem Geſetze laſſen ſich mehrere Erſcheinungen herleiten. Daß die Verdunſtung Kälte hervorbringt, iſt eine längſt bekannte Sache. M. ſ. Ausdünſtung. Daraus läßt ſich erklären: 1) die Unveränderlichkeit des Siedpunktes des an der freyen Luft bey unverändertem Drucke der Atmoſphäre kochenden Waſſers; 2) die Erſcheinung, welche Dr. Black zufälliger Weiſe entdeckte, daß nähmlich Waſſer im verſchloſſenen papinianiſchen Digeſtor über den Siedpunkt erhitzt ſogleich zum Siedpunkte zurückkehrt, ſo wie der Dampf durch eine Oeffnung ſeinen Ausweg nehmen kann. Auch erklärt ſich hieraus der von Crawford angeführte Verſuch, daß, wenn 8 Pfund Eiſenfeile von 300° Fahrenh. mit 1 Pfund ſiedendem Waſſer von 212 Grad vermengt werden, ein Theil des Waſſers plötzlich verdampft, und das Gemenge ſo wohl als der Dampf 212 Grad hat. Dabey verliert das Eiſen 88 Grad Wärme, welche aber keine Erhöhung der Temperatur des Waſſers zu Wege bringen, ſondern ganz auf die Verdampfung des Waſſers verwendet werden. Darin liegt ferner der Grund, warum offene Gefäße, in welchen

Waſſer kocht, durchs Feuer nicht merklich über den Siedpunkt erhitzt werden können; warum ein Zwirnsfaden, der um ein mit Waſſer gefülltes verſtopftes Medicinalglas dicht gebunden iſt, über der Flamme eines Lichts nicht verbrennt; warum an feuchten, ſtark ausdunſtenden Orten eine Kälte erzeugt wird; und warum durch Waſſerſprengen die Zimmer im Sommer abgekühlt werden. Ferner erklärt ſich hieraus, wie Herr **Gren** fand, das Sinken eines empfindlichen Luftthermometers unter der Glocke der Luftpumpe beym Verdünnen der feuchten Luft darunter.

Herr **Watt** *) beſtimmte durch einen eigenen Apparat nach einem Mittel aus verſchiedenen Verſuchen, daß die Quantität von Wärme, welche bey 30 engliſch. oder $28\frac{1}{8}$ franz. Zollen Barometerhöhe im Dampfe des Waſſers gefunden wird, auf 943° Fahrenh. zu ſchätzen ſey; um ſo viel nähmlich würde ſie die Temperatur einer gleichen Menge Waſſers erhöhen, wenn ſelbiges nicht der Verdampfung unterworfen wäre.

Wenn die Verdunſtung, wie beym Vitrioläther, ſchnell und ſtark geſchiehet, ſo wird auch viele Wärme gebunden, und veranlaßt eine ſtarke Erkältung. So kann die Kälte beym Verdunſten des Vitrioläthers das Waſſer zum Gefrieren bringen β).

Endlich erklärt dieſes Geſetz die ſo genannte kälteerzeugende Kraft des Menſchen in einem Medium, das über die Temperatur der Blutwärme erhöhet iſt. Da nähmlich der lebende Körper eine Quelle zur Entwickelung des Wärmeſtoffs in ſich ſelbſt hat, ſo würde, wenn die umgebenden Mittel von niedrigerer Temperatur den Wärmeſtoff nicht abführten, dieſer ſehr bald in den Menſchen angehäuft werden müſſen, daß er nachtheiligen und tödtlichen Reitz für den Körper wirkte. In einem Mittel aber, das über die Blutwärme

*) de Lüc neue Ideen über die Meteorol. §. 248—258.

β) Ueber die bequemſte Art, Waſſer durch Verdunſtung des Vitrioläthers gefrieren zu machen, vom Hofr. Mayer, in Gren's neuem Journal d. Phyſik. B. II. S. 394 ff.

wärme in der Temperatur erhöhet iſt, kann dieſe Abfüh-rung der Wärme durch dieſes Mittel nicht geſchehen; aber nun öffnet ſich auch eine Quelle zur Abkühlung in deſto reich-licherem Maße, nähmlich die Ausdünſtung.

IV. Der unmerkbar gewordene Wärmeſtoff wird wieder zum freyen und empfindbaren in Kör-pern, welche aus dem Zuſtande des Dampfs zu tropfbar flüſſigen oder feſten werden.

Dieß Geſetz iſt wieder das umgekehrte des vorigen. Hieraus iſt erklärbar: 1) warum eine geringe Menge Waſſer in Dampfgeſtalt, z. B. bey Deſtillationen, weit mehr Wärme bey ſeinem Niederſchlagen abſetzt, als eine gleiche Menge Waſſer, wenn auch die Temperatur in beyden gleich iſt; 2) warum der Waſſerdampf bey der Zuſammendrückung und daher entſtehender Vernichtung Temperaturerhöhung bewirkt; und warum unter der Glocke der Luftpumpe ein empfindli-ches Luftthermometer zeigt, wenn man zu den im leeren Raume enthaltenen Dunſt Luft läßt.

V. Der freye Wärmeſtoff wird verſchluckt und zum unmerkbaren, wenn Subſtanzen die Gasge-ſtalt annehmen.

VI. Der unmerkbar gewordene Wärmeſtoff wird wieder frey, wenn Gasarten ihren luftförmigen Zuſtand verlieren, und zum feſten oder flüſſigen Stoffe niedergeſchlagen werden.

Dieſe beyden Geſetze beſtätigen die bekannten Erfah-rungen über die Gasarten. Die Bildung derſelben aus ver-ſchiedenen Subſtanzen beweiſet unläugbar, daß Wärmeſtoff mit letztern chemiſch gebunden wird. So entſtehen Luftarten aus Waſſerdämpfen und einer Menge anderer Dämpfe, welche durch glühende Röhren gelaſſen werden, um ſich da mit der Wärme innig zu vereinigen.

Eben ſo lehren auch eine Menge zahlreicher und ganz entſcheidender Verſuche, daß bey der Zerſetzung der Gasar-ten Wärme wieder frey wird.

Die vier erſten Geſetze brachten den Dr. Black und Irwine zuerſt auf den Gedanken einer gebundenen Wärme, oder nach Black's Ausdruck, latenter Wärme, welche als das Princip der Flüſſigkeit und der Dampfgeſtalt in den Körpern verborgen liege, und nicht eher auf das Thermometer und Gefühl wirke, als bey der Veränderung der Form. In der Folge aber hat man darüber geſtritten, ob ſich wirklich die Wärme chemiſch mit Körpern verbinden könne. So nahm Crawford an, daß ſich Black's latente Wärme mit den Stoffen nicht chemiſch verbinde, weil ſie ſich ſchon bloß durch Berührung kalter Körper wieder trenne. Er gebraucht daher die Ausdrücke, die Capacität oder die comparative Wärme der Stoffe werde vermehrt oder vermindert. Nach ihm hat nähmlich Waſſer mehr Capacität, als Eis, Waſſerdampf mehr als Waſſer, Gasarten mehr als Dämpfe; die Gasarten nehmen mehr Wärme in ihre Zwiſchenräume auf, ohne ſich darin chemiſch mit ihr zu verbinden. Dieſe Crawford'ſche Vorſtellung hat Herr Hofr. Mayer *) noch mehr zu erläutern, und als ſtatthaft darzuſtellen geſucht. Doch ſtreitet er nicht über die Möglichkeit, daß die Wärme (als wirkliche Materie) eben ſo gut wie andere Stoffe, den Geſetzen der Verwandtſchaft unterworfen ſeyn, und, wie dieſe, ſolche Verbindungen eingehen könne, bey welchen ſie derjenigen Eigenſchaft völlig beraubt iſt, wodurch ſie ſich zuvor auszeichnete. Allein, ob ſie dieß wirklich thue, entſchieden wenigſtens die gewöhnlichen Vorſtellungen nicht. So ſage man z. B., daß diejenige Quantität der Wärme, welche einer gewiſſen Portion Eiſes zugeſetzt werde, um es in eiskaltes Waſſer zu verwandeln, mit demſelben in eine chemiſche Verbindung trete, weil dieſer Zuſatz von Wärme, während das Eis ſchmelzt, ſich gleichſam den Sinnen entziehe, und keine Erhöhung der Temperatur hervorbringe. Man denke aber nicht daran, daß eine größere Quantität Wärmeſtoffs in dem aus dem Eiſe entſtandenen Waſſer, nur eine gerin-

*) Ueber die Geſetze und Modificationen des Wärmeſtoffs. Erlang. 1791. 8. S. 6 ff.

geringere ſpeciſiſche Dehnkraft, als die geringere Quantität im Eiſe, haben dürfte, um erklären zu können, wie beyde Körper (Waſſer und Eis,) im Gleichgewichte der Temperatur bleiben könnten, ohne in dem Waſſer auch nur einen Theil von Wärme in einer chemiſchen Verbindung anzunehmen. Und in der That, wer könne das behaupten, wenn man ſehe, daß jener Zuſatz von Wärme, welcher das Eis in Waſſer verwandle, von ſelbſt wieder aus dem Waſſer entweiche, ſo bald es einem Medium ausgeſetzt werde, worin die Spannung der Wärme geringer, als in dem Waſſer, ſey. Es habe alſo jene Quantität von Wärme nicht ihren eigenthümlichen Charakter der Beweglichkeit und Strebens nach Gleichgewicht verloren, ſondern, indem ſie in das Eis ginge, nur eine Modification ihrer Dehnkraft erlitten, vermöge der ſie aber immer noch fähig genug ſey, zur Herſtellung eines Gleichgewichts in das umgebende Mittel und die in ihm befindlichen Körper überzuſtrömen; man werde ſie alſo nicht als gebundene Wärme betrachten müſſen.

Wie unrichtig überhaupt der Schluß ſey, fährt Herr Mayer fort, daß, wenn eine gewiſſe Portion Wärmeſtoffs einem Körper zugeſetzt, keine Temperaturerhöhung hervorbringe, dieſer Zuſatz chemiſch mit dem Körper verbunden worden ſeyn müſſe, laſſe ſich auch ſo einſehen. Geſetzt, der freye Wärmeſtoff erweitere ſich die Zwiſchenräume des Körpers, in den er einſtröme, wie das mit einigen ſcheinbaren Ausnahmen allemahl der Fall ſey; könnte nicht dieſe (durch ihn ſelbſt hervorgebrachte) Ausdehnung, z. B. beym Schmelzen des Eiſes (denn daß ſich auch dieß ausdehne, wenn man von den Luftblaſen abſtrahire, die nicht zum Weſen desſelben gehörten, ſey bekannt,) ſo viel betragen, daß die größere Menge freyen Wärmeſtoffs in den größern Zwiſchenräumen des Waſſers dennoch eben die Intenſität und Spannung beybehielte, als die geringere in den kleinern Zwiſchenräumen des Eiſes, letztern alſo das Gleichgewicht hielte, wie eine größere Portion Luft, einer geringern, von eben der Dichte? Habe man alſo, um die Veränderlichkeit der Temperatur beym

beym Schmelzen des Eiſes zu erklären, eine Bindung des dazu verwandten Wärmeſtoffs nöthig? Entziehe er ſich nicht nur ſcheinbar dem Thermometer, wenn er ſich in die größern Zwiſchenräume des Waſſers verberge?

So könnte man nun auch, meint Herr Mayer, von derjenigen Quantität der Wärme, welche zur Bildung des Dampfs und einer luftförmigen Flüſſigkeit verwandt wird, behaupten, daß ſie nur in einem modificirten freyen Zuſtande verbleibe.

Nach Herrn Mayer ſollte der Wärmeſtoff nur alsdann gebunden heißen, wenn die Ziehkraft eines Körpers gegen ihn ſo beträchtlich wäre, daß er dadurch ſeine Elaſticität gänzlich verlöre, und gar kein Vermögen übrig behielt, in ein abſolut kaltes Medium überzuſtrömen. So lange er nur noch etwas von dieſem Vermögen übrig hätte, ſo könne er durch hinreichende Verminderung der Temperatur des Mediums, dem er ausgeſetzt werde, aus dem Körper eben ſo gut entweichen, als die Wärme aus dem heißen Waſſer, und verdiene alſo ſo gut, wie dieſe, den Nahmen der freyen Wärme. So führe man wohl gewöhnlich bey den luftförmigen Flüſſigkeiten, daß in ſelbigen der Wärmeſtoff chemiſch gebunden ſey, den Grund an, daß man keine ſolche Flüſſigkeit bloß durch Verminderung der äußern Temperatur ſich zerſetzen, und den in ihr enthaltenen Wärmeſtoff, wie bey den wäſſerigen Dämpfen, in Wirkſamkeit kommen ſehe; allein hiermit ſey nur ſo viel geſagt, daß keine uns bekannte Verminderung der Temperatur eine luftförmige Flüſſigkeit in den tropfbaren oder feſten Zuſtand zu verwandeln, hinlänglich ſey. Die Unmöglichkeit, daß dieß gar nicht geſchehen könne, ſey dadurch keines Weges erwieſen, weil wir auch bey den höchſten, uns bekannten Graden der Kälte, dennoch von dem Punkte der gänzlichen Beraubung aller Wärme, immer ſehr weit entfernt wären.

Herr Mayer nimmt vielmehr an, derjenige Wärmeſtoff, welchen die Körper aufnehmen, umgebe jedes Theilchen desſelben, wie eine Atmoſphäre. Denn die Ziehkraft der Theil-

chen gegen ihn müſſe zunächſt an den Theilchen ſtärker ſeyn, als in einer größern Entfernung; wenn daher ein Gleichgewicht Statt finden ſolle, ſo müſſe die verminderte Elaſticität des Wärmeſtoffs nahe um die Körpertheile durch eine größere Dichte desſelben erſetzt werden, wodurch ſich eine Atmoſphäre und jedes Theilchen bilden müſſe. Auch erklärt er hieraus, warum die torricelliſche Leere unter gleichen Umſtänden weniger Wärmeſtoff aufnimmt, als andere gleich große Räume, welche aber zum Theil mit materiellen Theilen erfüllt ſind; indem die große ſpecifiſche Dehnkraft des Wärmeſtoffs im leeren Raume bey einer ſehr geringen Dichte dem ungleich dichtern, aber minder elaſtiſchem Wärmeſtoffe zwiſchen den materiellen Theilen eines Körpers das Gleichgewicht halten könne. Daraus ſchließt Herr Mayer, daß ein Körper bey ſonſt gleichen Umſtänden deſto mehr Wärme aufnehme, je mehr durch die Ziehkraft ſeiner Theilchen die natürliche Dehnkraft des Wärmeſtoffs geſchwächt werde. Weil nach Mayer's Theorie die ſpecifiſche Dehnkraft des Wärmeſtoffs ſelbſt in dem nähmlichen Körper, nicht durchaus gleich, und das Geſetz, nach welchem ſie ſich ändert, unbekannt iſt, ſo muß man ſich in jedem Körper eine mittlere ſpecifiſche Dehnkraft gedenken, und eben dieſe iſt es, welche man durch die Methode der Mengungen zu erhalten ſucht.

Herr Mayer glaubt mit Crawford, daß die ſich verbergende und frey werdende Wärme bloß von veränderter Capacität, nicht von chemiſcher Verbindung und Scheidung abhänge. Bey den luftförmigen Flüſſigkeiten ſollte man, meint Herr Mayer, den Ausdruck Permaneität aus den Lehrbüchern der Naturlehre ganz verbannen, indem es gar wohl innerhalb der Gränzen der abſoluten Null eine Temperatur geben könnte, bey welcher die luftförmigen Flüſſigkeiten ſich eben ſo gut zerſetzen könnten, als ſich die Dämpfe ſchon zu vereinigen anfingen, ſo bald ſie in eine Temperatur gelangten, welche weniger als 212° Fahrenh. betrage. Selbſt beym Verbrennen entſtehe die Hitze nur allein durch die Decompoſition der Luft, welche den Körper umgebe. Sie

werde

werde größten Theils auch ſelbſt durch Verminderung der Capacität des brennenden Körpers, indem derſelbe den Sauerſtoff der Luft anziehe, dagegen aber auch wieder anderer Beſtandtheile beraubt werde, und dadurch eine Formänderung erfahre, hervorgebracht werden können. Daß die Hitze dabey bloß aus der Luft komme, ſey eine ganz unſtatthafte Behauptung. Uebrigens iſt er über die Art und Weiſe, wie das Sonnenlicht den Wärmeſtoff modificire, mit de Lüc einverſtanden, meint aber, man könne dabey ebenfalls mit der Euler'ſchen Theorie vom Lichte ausreichen.

Die bisher angeführten Gründe gegen die Bindung des Wärmeſtoffs, wenn man wirklich einen ſolchen behaupten will, ſcheinen doch in der That kein Gewicht zu haben. Denn als Materie muß er ohne Zweifel alle Eigenſchaften einer Materie überhaupt beſitzen. Wenn alſo die Wärmematerie mit andern Materien eine Verbindung eingeht, wie dieß alle Erfahrungen zur Genüge lehren, und auch von allen, welche gegen die Bindung derſelben in den Körpern ſtreiten, angenommen wird, ſo muß ſie offenbar mit den Theilen der Körper, ſelbſt nach der atomiſtiſchen Vorſtellung, in einem gewiſſen Zuſammenhange ſeyn, oder von denſelben angezogen, und eben dadurch ruhend oder in ihrer ausdehnenden Kraft unwirkſam gemacht werden. Wenn man alſo unter Bindung der Wärme überhaupt eine Verminderung oder vorjetzt eine gänzliche Unwirkſamkeit der Ausdehnungskraft derſelben eben durch Anziehen der Körpertheilchen verſteht, ſo iſt doch in der That in dem Ausdrucke gebunden (latent, figirt, unmerkbar,) gar keine Ungereimtheit zu finden. Vielmehr würde der Ausdruck Capacität ohne Sinn ſeyn, wenn man nicht darunter eine gewiſſe Wirkſamkeit des Körpers gegen die Wärme verſtände, daß mithin eben dadurch die Dehnkraft der Wärme geſchwächt oder ganz vermindert werde. Man ſieht alſo hieraus, daß die ganze Sache eigentlich auf einen Wortſtreit hinausläuft, und der eine Theil das ganze Phänomen nur nicht gebunden nennen will, was der andere

doch

doch ſo zu bezeichnen ſich erlaubt. Uebrigens iſt dagegen gar nicht zu ſtreiten, daß in vielen Fällen der Wärmeſtoff nur adhärent mit den Körpertheilchen ſeyn könne, wie z. B. beym Waſſerdampfe, bey der Schmelzung der Körper u. ſ. f.; aber kann denn wohl eine Adhäſion Statt finden, wenn nicht ſchon der allgemeine Begriff einer chemiſchen Verbindung vorausgeſetzt wird? Denn bey dem Phänomene der Adhäſion ſind nur die auf einander wirkenden Kräfte beyder Materien, die ſich mit einander verbinden wollen, zu ſchwach, um ſich zu durchdringen. Allein bey der Bildung der Gasarten iſt es wohl mehr als wahrſcheinlich, daß ſich die Wärmematerie mit den Grundlagen wirklich chemiſch verbinde; denn dieſe Behauptung hat weit mehr Gründe für ſich, als die Annahme, daß es innerhalb den Gränzen der abſoluten Null eine Temperatur geben könne, bey welchen ſich die Gasarten, wie die Waſſerdämpfe unter 212° Fahrenh., zerſetzten. Ueberhaupt iſt es aus dem Angeführten wahrſcheinlich, daß die Wärmematerie nicht allein von Stoffen in ihrem luftförmigen Zuſtande chemiſch gebunden werde, ſo daß dieſe auch jene in andern Zuſtänden ihrer Form wirklich chemiſch gebunden enthalten können, oder daß ſie nicht vermögend ſey, dieſe Stoffe in expanſible Flüſſigkeiten umzuändern; und zwar ſo, daß ſie bey gleicher Maſſe nach ihrer verſchiedenen Anziehung dazu mit verſchiedenen Mengen derſelben verbunden ſind, und daß durch die Veränderung der Miſchung der Stoffe dieſe gebundene Wärmematerie in größerer oder geringerer Menge daraus frey werde. Dieß wäre denn noch ein Mittel, die Temperatur zu erhöhen, ohne daß dabey eine Formänderung Statt fände.

Weil das Eis von 32° Fahrenh. bey ſeinem Uebergange zum tropfbar flüſſigen Waſſer von eben dieſer Temperatur nur eine beſtimmte Menge freyer Wärmematerie verſchluckt, und folglich dieſe der geſchmolzenen Menge von Eis proportional iſt, ſo haben hierauf Lavoiſier und la Place einen Apparat gegründet, theils die ſo genannte ſpecifiſche Wärme der Körper zu beſtimmen, theils die verhältnißmäßige Menge

des

des Wärmeſtoffs zu meſſen, die bey der Zerſetzung der **Körper** und ihrer Formänderung, oder ſonſt beym Verbrennen frey wird. Dieſen Apparat haben ſie mit dem Nahmen **Calorimeter** belegt, den man ſonſt auch **Eisapparat** nennt. M. ſ. **Wärmemeſſer.**

Bey der Verbrennung der Körper wird vorzüglich eine große Menge von Wärme entbunden und zur freyen gemacht. Wie dieſe Entbindung erfolge, iſt unter dem Artikel, **Verbrennung**, angeführt worden.

In vielen Fällen iſt die Wärme zugleich mit Licht verbunden, und dieſe Erſcheinung nennt man **Feuer** (ignis, feu). Die verſchiedenen Meinungen, welche die Phyſiker von jeher über Wärme und Licht gehabt haben, haben verurſacht, daß die Ausdrücke Feuer und Wärme nicht gehörig von einander ſind unterſchieden worden. Daher iſt es auch gekommen, daß manche Naturlehrer vom Feuer reden, und darunter bloß Wärme oder auch nur allein Licht verſtehen. Es wäre freylich zu wünſchen, daß man die Phänomene, bey welchen ſich unter gewiſſen Umſtänden Licht und Wärme gezeigt hätten, ohne Einwebung der feſtgeſetzten Hypotheſen aufgezählt, und ſie gehörig von denjenigen, wobey ſich Wärme allein, und vielleicht Licht allein, entwickeln, unterſchieden hätte. Vielleicht würden wir auf dieſem Wege in den Lehren von Wärme und Licht weiter vorgedrungen ſeyn, als es wirklich bis jetzt noch geſchehen iſt. Denn ſo viele Fortſchritte auch in den neuern Zeiten die Phyſik gemacht hat, ſo ſind wir doch in dieſen Lehren am weiteſten noch zurück, und es läßt ſich immer noch nicht mit völliger Gewißheit behaupten, ob es in der That eine eigene Wärme- und Lichtmaterie gebe, und ob wirklich die Lichtmaterie von der Wärmematerie verſchieden ſey. Bey ſo bewandter Sache kann ich hier alſo nichts weiter thun, als die vorzüglichſten Meinungen über die Natur der Wärme und des Feuers kürzlich anzuführen.

Schon Ariſtoteles nahm für Wärme und Feuer ein eigenes Element von ſehr feinen und beweglichen Theilen an, welches

welches unter allen das unkörperlichſte ſey. Daher ſchreibt man ihm irrig die Behauptung der Scholaſtiker zu, welche die Wärme für eine bloße Qualität betrachteten. Allein ſchon **Caſacus** *) hat den **Ariſtoteles** gegen dieſe Beſchuldigung zu vertheidigen geſucht. Nach dem Corpuscularſyſtem hielt man die Wärme und das Feuer für Ausflüſſe aus den Körpern. **Carteſius** betrachtete das Feuer als eine Bewegung ſeines erſten Elements oder der feinen Materie, wodurch die Theile der Körper mit fortgeriſſen werden. Selbſt **Newton** ſcheint in ſeinen der Optik beygefügten Fragen das Weſen der Wärme in eine ſchwingende Bewegung eines ätheriſchen Mittels geſetzt zu haben. Er nahm nähmlich zwey weite und hohe cylindriſche Gefäße, und hing in jedes ein Thermometer ſo auf, daß es auf keiner Seite das Glas berührte; hiernächſt zog er aus dem einen Gefäße die Luft heraus, und brachte nachher die beyden Glascylinder aus einem kalten Orte in einen warmen; hier fand er das Thermometer im luftleeren Raume eben ſo empfindlich, wie im luftvollen. Daher frägt er nun: wird nicht die Wärme im luftvollen Raume durch Schwingungen eines Mittels, welches viel feiner als die Luft iſt, hervorgebracht, und iſt dieſes Mittel nicht ſelbſt im luftleeren Raume anzutreffen? Verurſachen nicht die Schwingungen dieſes Mittels, daß die Wärme in Körpern dauerhafter und von größerer Intenſität werde? Und theilten nicht warme Körper ihre Wärme kalten, jenen nahe genug kommenden, Körpern deßwegen mit, weil ſich die Schwingungen dieſes Mittels aus den warmen Körpern in die kalten fortpflanzen? Iſt nicht dieſes Mittel weit feiner, elaſtiſcher und wirkſamer, als die Luft? Durchdringt es nicht alle Körper, und iſt es nicht durch den ganzen unermeßlichen Himmelsraum vermöge ſeiner elaſtiſchen Kraft verbreitet? Auch ſcheint **Newton** das Feuer bloß für denjenigen Zuſtand der Körper zu halten, in welchen ſie durch eine heftige ſchwingende Bewegung die in

*) Diff. phyſ. de igne. Frf. et Lipſ. 1688. p. 117.

in ihnen befindliche Lichtmaterie reichlicher ausſenden. Beſonders ſcheine dieß bey allen denjenigen Körpern Statt zu finden, welche erdige und vorzüglich ſchweflige Theile in Menge enthielten.

Noch andere, wie Boyle, hielten die Wärme mit den Scholaſtikern für eine Eigenſchaft der Körper, das Feuer aber als eine ponderable Materie von eigener Art. Seit Newton's Zeiten ſind aber vorzüglich zweyerley Meinungen von der Natur der Wärme und des Feuers berühmt geworden; die eine ſetzt nähmlich eine eigene Materie des Feuers und der Wärme, die andere aber erklärt alle Erſcheinungen aus Schwingungen, welche entweder den Theilen der Körper ſelbſt beygelegt, oder mit Hülfe eines elaſtiſchen Mediums bewirkt werden, wie z. B. des carteſianiſchen Aethers, oder der ſubtilen Materie. In den neueſten Zeiten iſt noch eine dritte Meinung hinzugekommen, nach welcher nähmlich die Erſcheinungen der Wärme aus der Entzweyung der dynamiſchen Kräfte abgeleitet werden. Es iſt aber zu bemerken, daß alle dieſe drey Meinungen noch Schwierigkeiten zurücklaſſen, und diejenige, welche die Wirkungen der Wärme aus der Annahme einer wirklichen Materie erklärt, bis jetzt am wahrſcheinlichſten iſt, weil ſich aus ihr alle Phänomene am ungezwungenſten herleiten laſſen.

Einige Meinungen der ältern Chemiker über das Weſen der Wärme hat Johann Friedrich Mayer *) angeführt. Eine ganz eigene Vorſtellung von dem Feuer machte ſich Becher. Er gedachte ſich darunter eine verdünnte Erde. Das Princip nähmlich, welches die Körper zum Verbrennen fähig mache, hielt er für elementariſch und für eine feine Erde. Stahl beſtimmte den Begriff hiervon etwas genauer, und nannte dieß Princip Phlogiſton. Er dachte ſich nach Becher's Grundſätzen dasſelbe in einer erdigen Form, und glaubte, daß es das Elementarfeuer (den Wärmeſtoff) gebunden enthielt.

Boer-

*) Chymiſche Verſuche zur nähern Kenntniß des ungelöſchten Kalks. Hannov. u. Leipz. 1770. 8. Cap. 23.

Boerhaave *) unterſchied ebenfalls das Phlogiſton von dem Elementarfeuer (Wärmematerie). Dieſes iſt nach ihm eine Materie von unwandelbarer Natur und unveränderlichen Eigenſchaften, welche weder in etwas anders verwandelt, noch aus andern Körpern aufs neue erzeugt werden kann. Er glaubt, daß dieſe Materie durch alle Theile des Raums gleichförmig verbreitet ſey, bleibe aber völlig verborgen, und zeige ſich bloß durch ihre Wirkungen, nähmlich durch Wärme, Licht, Farben, Ausdehnung der Körper und Verbrennung. Unter gewiſſen Umſtänden äußerten ſich alle Wirkungen auf ein Mahl, bisweilen nur einige allein. Daher bemerken wir oft Licht ohne Wärme, wie bey den Phosphoren, faulem Holze u. ſ.; oft Wärme ohne Licht, wie bey ſolchen Körpern die noch nicht glühen. Alle dieſe Wirkungen läßt er aber auf eine mechaniſche Art durch Bewegung und Stoß erfolgen, und indem dieſe Materie in einen engern Raum als vorher gebracht, oder verdichtet wird. Auf die erſte Art ordnen ſich die Theile derſelben in geraden Linien oder Strahlen, welches die Wirkung der leuchtenden Körper iſt; die andere Art aber entſteht vorzüglich durch das Reiben der Körper an einander und durch die Einwirkung des Sonnenfeuers.

Viele andere, wie **Macquer** †), betrachten die Lichtmaterie als reines Elementarfeuer. Wenn aber dieſes ein wirklicher Beſtandtheil der Körper ſelbſt geworden iſt, ſo erhält es bey ihm den Nahmen des **Brennbaren** oder des fixen Feuers, und die Wärme beſteht in einer heftigen Bewegung aller Theile, beſonders aber der brennbaren. Nach ſeiner Meinung iſt das freye Feuer eine überaus feine Materie, deren Theile mit einander nicht zuſammenhangen, und in einer ſteten reiſenden Bewegung ſich befinden. Dieß Feuer iſt alſo beſtändig flüſſig, ja das einzige Princip der Flüſſigkeit auch in andern Körpern. Hierauf unterſucht **Macquer**, ob Wärme und Licht von einem einzigen oder

*) Element. chemiae. Tom. I cap. de igne.

†) Chymiſches Wörterbuch. Artik. Feuer.

von verſchiedenen Stoffen herrühre. Nach ihm iſt es ausgemacht, daß das Licht eine eigene Subſtanz ſey, weil man ſeine Bewegung kenne, über dieß auch vermögend ſey, ſeine Richtung zu ändern, es zu ſammeln, zu zerſtreuen, in die Zuſammenſetzung der Körper zu bringen, und davon wieder zu trennen. Dagegen ſcheint ihm aber die Wärme ein bloßer Zuſtand zu ſeyn, in welchen eine jede Materie verſetzt werden kann, ohne daß ſie dadurch aufhört, das zu ſeyn, was ſie iſt; daher er ſie endlich für eine innere Bewegung der Theile der Körper erklärt. Da nun in den meiſten Fällen, wo Licht gegenwärtig iſt, auch Wärme erregt werden kann, und eine hinreichend ſtarke Wärme Licht hervorbringt, ſo glaubt er, daß beyde Wirkungen von ein und derſelben Subſtanz herrühren. Was die verbrennlichen Körper betrifft, ſo haben ſie die Eigenſchaft, wenn ſie einmahl glühen, alle Erſcheinungen und Wirkungen des Feuers ſelbſt hervorzubringen, welche in der Chemie und in den Künſten gebraucht werden können, nähmlich der Stoß des Lichts, das Reiben, Schlagen und Stoßen, und die Verbrennung entzündlicher Subſtanzen. Das Licht wirkt auf die Körper alsdann, wenn es in ihnen Wärme hervorbringen kann; und alle Wirkungen, welche es in dieſer Abſicht thut, laſſen ſich auf eine einzige, auf Ausdehnung, zurückbringen. Das von den Körpern zurückgeworfene Licht macht ſie ſichtbar, und wirkt als Licht; das in ſie eindringende erwärmt, und wirkt als Feuer, obſchon beydes eine und dieſelbe Materie iſt.

Pott *) glaubte, daß das Feuer eine innige Vermiſchung des Lichts mit einer zarten brennlichen Erde ſey, und in einer ſtarken Bewegung ſich finde. Wallerius β) hält den wärmeerregenden Stoff für eine höchſt flüſſige, bewegliche, feine, flüchtige und elaſtiſche Subſtanz, welche mit der Lichtmaterie verbunden iſt, und von derſelben in Wirkſamkeit geſetzt wird, an eine feine erdige Materie gebunden aber das

*) Vom Licht und Feuer in deſſen Lithogeognoſie. Th. I. S. 66. 70.

β) De materiali differentia luminis et ignis in diſp. acad. Faſc. I. Holm. et Lipſ. 1780. 8. n. VIII.

das Phlogiſton gibt. Das Feuer entſteht durch die Bewegung und Zerſetzung des Wärme erregenden Stoffs und des Phlogiſtons, wobey die mit jenem verbundene Lichtmaterie frey und ſichtbar wird. Weigel [α]) und Baumé [β]) betrachten das Feuer als eine Materie, welche Licht und Wärme als Wirkungen hervorbringt, und wenn ſie als Beſtandtheil in einen Körper eingeht, ſich entweder in ihnen frey aufhält, den Grundſtoff der Cauſticität ausmacht, und das Feuerweſen genannt wird, oder durch eine feine Erde gebunden iſt, und alsdann das Brennbare heißt.

Scheele [γ]) betrachtet das Brennbare als eine einfache elementariſche Subſtanz, welche mit der fixen Luft oder der von ihm genannten Luftſäure verbunden die Feuerluft gibt, oder die ſo genannte dephlogiſtiſirte Luft (Lebensluft). Dieſe Luft verwandelt ſich durch die Vereinigung mit einer geringern oder größern Menge vom Brennbaren in die ſtrahlende Hitze, welche nach Art einer mit Brennbarem verbundenen Säure auf die Körper wirkt, und die Empfindung der Wärme nebſt den Wirkungen des Feuers hervorbringt. Dieſe ſtrahlende Hitze iſt alſo nach dieſer Theorie die eigentliche Materie des Feuers. Verbindet ſie ſich noch mit mehrerem Brennbaren, ſo entſteht Licht, und zuletzt endlich das entzündbare Gas. Das Feuer iſt der Zuſtand, worein die brennenden Körper mit Hülfe der Feuerluft kommen, nachdem ſie vorher einen gewiſſen Grad der Hitze empfangen haben, wobey das Brennbare mit den andern Subſtanzen, mit welchen es verbunden war, gewaltſam losgeriſſen wird, und dadurch eine Auflöſung der Körper in ihre Beſtandtheile und eine gänzliche Zerſetzung derſelben verurſacht. Dieſe Theorie hat Scheele nicht allein mit vielen Verſuchen unterſtützt, ſondern iſt auch von Bergmann in ſeinen vornehmſten Theilen gebilliget worden. Sie hat ihren vorzügli-

[α]) Grundriß der reinen und angewandten Chymie. Greifsw. 1777. 8.
[β]) Erläuterte Experimentalchymie, Th. I. S. 122 ff.
[γ]) Chemiſche Abhandl. von der Luft und dem Feuer. Upſ. u. Leipzig 1777. 8.

züglichen Grund darin, daß Scheele durch ſehr feine Verſuche in der Lichtmaterie ein brennbares Weſen fand, und daher zu entdecken glaubte, die Lichtmaterie wirke nicht ganz ſo, wie das Brennbare ſelbſt, daher er auch die Lichtmaterie nicht für eine einfache Subſtanz halten wollte. **Wallerius** hat aber in der vorhin angeführten Schrift gegen ſeine Schlüſſe, die er aus ſeinen Verſuchen gezogen hat, erhebliche Einwendungen gemacht, und über dieß iſt es ſo leicht nicht zu begreifen, wie man ſo oft Licht ohne große Hitze, und Hitze ohne Licht empfinden kann, wenn das Licht bloß in einer mit mehrerem Brennbaren überſättigten Wärme beſtehen ſollte.

Nach dem Syſtem des Herrn **Lavoiſier** α) iſt die Wärmematerie mit der Lichtmaterie einerley. Er glaubt, daß dieſe Materie mit einem andern Grundſtoffe verbunden die Lebensluft bilde. Kommt nun ein hinreichend erhitzter Körper mit der reſpirabeln Luft in Berührung, ſo entzieht er ihr den Grundſtoff, die Wärmematerie wird frey, und entweicht mit Hitze und Licht, und bildet das Feuer. Auf dieſe Art wird alſo in der atmoſphäriſchen Luft der reine Theil derſelben zerſetzt, und es bleibt nur die verdorbene oder Stickſtoffluft zurück. Dieſe Theorie iſt anfänglich, wie es jeder neuen Sache zu gehen pflegt, ungemein beſtritten worden, hat aber doch endlich mit einigen geringen Abänderungen allgemeinen Beyfall erhalten.

Um die Materie des Feuers dem Auge ſichtbar zu machen, hat ſich vorzüglich **Marat** β) außerordentliche Mühe gegeben. Er gebrauchte hierzu ein Sonnenmikroſkop im dunkeln Zimmer, und glaubte mittelſt deſſelben aus glühenden Körpern eine Materie in Geſtalt feuriger Wellen aufſteigen geſehen zu haben, welche ganz eigene Verbindungen gegen andere Materien, welchen ſie begegnete, z. B. gegen Waſſer,

α) Mémoir. ſur la combuſtion; in d. Mém. de Paris 1777. überſetzt in ſeinen Werken von Weigel. Th. III. Greifsw. 1783. 8. S. 170.

β) Découverte ſur le feu, l'électricité et la lumière. à Paris 1779. 8. überſ. mit Anmerk. von Weigel. Leipz. 1783. 8.

Waſſer, Salze, Erden, Metalle u. dgl. äußerte. Seine vielfältigen Beobachtungen ließen ihn ſchließen, daß dieſe Materie von dem Lichtſtoffe, dem Brennſtoffe, und der elektriſchen Materie weſentlich verſchieden ſey. Er nannte ſie **Feuermaterie** oder **feurige Flüſſigkeit** (fluide igné), und hielt ſie für eine eigne Subſtanz, deren Theile ungemein fein, ſchwer, beweglich, äußerſt hart, kugelförmig und ſehr durchſichtig ſind; ſie macht einen Beſtandtheil der Körper aus. Befindet ſie ſich in Thätigkeit, ſo entſteht Feuer, indem ſie durch die Bewegung ihrer Theile Wärme und Flamme bildet. **Marat** brachte in den Lichtkegel des Sonnenmikroſkops nicht allein ſolche Körper, welche vom Feuer verzehret werden, als brennende Kerzen, glühende Kohlen u. dgl. ſondern auch ſolche, welche von ihrer Subſtanz nichts weiter verlieren, als glühende Stückchen Silber, Bergkryſtall, Porzellan u. ſ. f.; bemerkte aber jeder Zeit auf der weißen Leinwand, die das Bild auffing, einen hochſteigenden weißen Cylinder, welcher ſich oberwärts ausdehnte, und lauter gekräuſelte Wellen verbreitete. Er führt ſogar an, daß ſich die aufſteigende Säule durch den Blaſebalg aus ihrer geraden Richtung habe bringen, und ſeit- oder unterwärts habe lenken laſſen. Es iſt aber ohne Zweifel hierbey eine Täuſchung vorgegangen; denn eine ſolche Erſcheinung würde auf eine ſehr grobe Materie des Feuers hinweiſen, welches wohl ſchwerlich behauptet werden könnte. Außerdem führet noch **Marat** Verſuche an, die beweiſen ſollen, daß heiße und glühende Körper ſchwerer werden. Hierzu nahm er ſolche Körper, welche im Feuer nicht leicht etwas von ihren Beſtandtheilen verlieren. Eine 6 Unzen ſchwere ſilberne Kugel hatte beym Rothglühen $5\frac{1}{2}$ Gran mehr am Gewichte, und eine bis zum Weißglühen erhitzte kupferne Kugel von 15 Unzen 6 Quentchen wog, ungeachtet ſie nach dem Erkalten 3 Gran von ihrer Subſtanz verloren hatte, glühend doch 2 Gran mehr. Dieſen Verſuchen zu Folge hielt er die feurige Flüſſigkeit für eine ſchwere Materie, ja er glaubte ſogar, daß ſie ſpecifiſch ſchwerer, als Luft ſey. Daß aber bey ſolchen ſeinen

Verſuchen ungemeine Täuſchungen vorgehen können, iſt eine längſt bekannte Sache. Marat's Schlüſſe ſind alſo ſchwerlich beyfallswürdig, beſonders da alle dieſe Erſcheinungen nach neuern Erfahrungen weit richtiger erklärt werden können.

Die Behauptung von dem Daſeyn eines wirklichen Wärmeſtoffs erhielt ſehr viele Wahrſcheinlichkeit durch die Entdeckungen der Herren Wilke und Black; jener hatte nähmlich durch eine Reihe ſchöner Verſuche gefunden, daß beym Schmelzen des Schnees eine gewiſſe beſtimmte Menge fühlbarer Wärme verloren gehe, und letzterer fand ebenfalls durch Verſuche, daß ſich beym Gefrieren des Waſſers die verloren gegangene Wärme wieder zeige, und daß dieß eben die Urſache ſey, warum ein im gefrierenden Waſſer geſtelltes Thermometer nicht unter den Gefrierpunkt komme. Hieraus entſtanden nun die Begriffe von gebundener und freyer Wärme. Daher kam es, daß man dieſe Materie als eine ſolche betrachtete, die ſich mit andern Körpern chemiſch verbinden, und dadurch ihrer ausdehnenden Kraft, die ſie im freyen Zuſtande zeigt, beraubt werden könne. Ob nun gleich auf ſolche Art das Daſeyn einer Wärmematerie ſehr viel Wahrſcheinlichkeit erhielt, ſo iſt man doch nicht im Stande, dieſelbe dem Auge darſtellbar zu machen, ſie in Gefäße einzuſchließen, und unmittelbaren Verſuchen zu unterwerfen.

Auf dieſe Entdeckungen der Herrn Wilke und Black gründete Crawford *) ſeine ſehr ſinnreiche Theorie über Wärme und Feuer. Nach ihm iſt abſolute Wärme diejenige Menge von Wärmematerie, welche ein Körper ohne Rückſicht der Maſſe und Volumen in ſich enthält. Empfindbare Wärme eines Körpers iſt die Empfindung, welche in uns durch den Uebergang dieſer Materie aus dem Körper in die Werkzeuge der Sinne bewirkt wird, wenn deren ausdehnende Kraft in dem Körper außer uns größer iſt,

*) Ad. Crawford's Verſuche und Beobachtungen über die thieriſche Wärme und die Entzündung brennbarer Körper mit Morgan's Erinnerungen wider die Theorie des Herrn Crawford's. Leipz. 1785. 8.

iſt, als in den Werkzeugen des Gefühls; außerdem würden wir dem Körper eine **fühlbare Kühle** oder **Kälte** zuſchreiben. **Temperatur** oder **thermometriſche Wärme** eines Körpers nennt er den Grad, welchen das Thermometer in dem Augenblicke zeigt, da die ausdehnenden Kräfte der abſoluten Wärme im Körper und Thermometer einander das Gleichgewicht halten, und alſo keines von beyden dem andern von ſeiner abſoluten Wärme etwas mehr entweder abgeben oder entziehen kann. **Comparative** oder nach **Wilke's** Ausdrucke **ſpecifiſche Wärme** zweyer Körper iſt das Verhältniß der Mengen von Wärmematerie, die ſie bey gleichen Maſſen und gleichen Temperaturen in ſich enthalten. Die über die ſpecifiſche Wärme angeſtellten Verſuche, von welchen unter dem Artikel **Wärme, ſpecifiſche**, geredet werden ſoll, ſcheinen folgende Regel zu beſtätigen:

> Wenn mit einer Materie mehr Brennbares verbunden wird, ſo wird dadurch ihre Fähigkeit, Wärmematerie unmerkbar zu machen, vermindert, und ein Theil ihrer abſoluten Wärme ausgetrieben. Wird ihr hingegen Brennbares entzogen, ſo wird ihre Fähigkeit, Wärmematerie unmerkbar zu machen, vermehrt, und ſie verſchluckt einen Theil der Wärme aus den ſie berührenden Körpern.

Dieſem Grundſatze gemäß betrachtet **Crawford** das Brennbare (Phlogiſton) als ein der Wärmematerie entgegengeſetztes Weſen, deſſen Verbindung mit einem Körper die Wärmematerie aus demſelben heraustreibt, dagegen durch die Wirkung des Wärmeſtoffs auf einen Körper die Anziehung deſſelben gegen das Phlogiſton vermindert wird. Hieraus erklärt er die Unterhaltung der Wärme im thieriſchen Körper, und die meiſten Erſcheinungen, welche beym Verbrennen der verbrennlichen Körper vorkommen.

Freye Wärme wirkt auf alle Körper, welche Brennbares enthalten, als Auflöſungsmittel. Hat nun die Luft einen freyen Zutritt dazu, ſo wird ſich ſelbige wegen der ſtarken Verwandtſchaft des reinen Theils derſelben gegen das Phlogiſton

giſton mit dem aus dem Körper entwickelten Phlogiſton verbinden, und dagegen ihre Wärme fahren laſſen, die zum Theil eine Verbindung mit dem Körper eingeht, welcher das Phlogiſton hergibt, zum Theil aber frey in der benachbarten Luft ſich vertheilt, und daher eine empfindbare, oft ſehr heftige, Hitze erregt. Die atmoſphäriſche Luft, mit deren reinem Theile das Phlogiſton ſich verbindet, wird auf dieſe Art in phlogiſtiſirte oder fixe Luft (Stickſtoffluft) verwandelt, deren ſpecifiſche Wärme 322 Mahl geringer iſt, als die der dephlogiſtiſirten (Lebensluft). Hieraus iſt die große Menge des Feuers erklärbar, welche ſich bey der Verbrennung der verbrennlichen Körper entbindet und frey wird, beſonders, wenn ein beſtändiger Luftzug von friſcher Luft Statt finden kann, oder wenn die Verbrennung in Lebensluft geſchieht, worin Stahlfedern wie Schwefelfäden brennen.

Die frey gewordene Wärme wird dem Sinne des Gefühls empfindbar, und zeigt ſich auch in vielen Fällen dem Geſicht als Licht, wie bey dem Glühen und der Flamme. Dieß letztere ſcheint ein in Luftgeſtalt abgeſondertes Phlogiſton, nach Volta's und Kirwan's Vorſtellungen ein entzündbares brennbares Gas zu ſeyn, welches ſich vielleicht ſo lange als Flamme zeigt, bis es ſeiner Luftgeſtalt beraubt iſt, und ſich mit der atmoſphäriſchen Luft verbunden hat. Ein Theil des entbundenen Phlogiſtons bleibt noch mit den übrigen vom brennenden Körper abgeſchiedenen Theilen vereinigt, welche Rauch bilden, und eine Menge Feuertheile mit ſich nehmen, die in den höhern Gegenden der Atmoſphäre ſich wiederum mit derſelben verbinden. Daß die Hitze in der Flamme einer Kerze ſo heftig, in einer geringen Entfernung davon aber nur ſchwach iſt, rührt daher, weil eben die Wärmemenge, welche die phlogiſtiſirte Luft bis auf einen ſehr hohen Grad erhitzt, die gemeine atmoſphäriſche Luft nur bis auf einen ſehr mäßigen Grad erwärmt.

Hieraus ergibt ſich, warum das Feuer nicht fortbrennt, wenn die umher befindliche Luft weggenommen wird, oder wenn ſie mit Phlogiſton geſättigt iſt; denn alsdann kann

ſie

ſie keines weiter von dem brennbaren Körper aufnehmen, und dieſer daher keins abſondern. Auch die ſo genannte Verkalkung der Metalle erfordert den freyen Zugang der Luft, und in einem verſchloſſenen Gefäße kann nur eine gewiſſe Menge Metall verkalkt werden, bis nähmlich die eingeſchloſſene Menge mit Phlogiſton geſättigt iſt. Es wirken daher Wärme und Luft bey der Verbrennung der Körper gemeinſchaftlich als Auflöſungsmittel; die erſtere zerlegt den Körper, indem die Luft ſich mit dem Phlogiſton verbindet, und hingegen die in ihm enthaltene Wärme hergibt. Durchs Hinzuſtrömen von friſcher Luft wird die Hitze verſtärkt, beſonders wenn die zuſtrömende Luft ſehr rein iſt, weil mit der friſchen Luft ein neuer Vorrath von Wärme zugeführt, und zugleich die phlogiſtiſirte Luft, die die brennenden Körper umgibt hinweggetrieben wird.

Uebrigens kann es Stoffe geben, welche durch eine für unſer Gefühl ſehr ſchwache Wärme ſchon ſo weit zerlegt ſind, daß ſich einiges Phlogiſton aus ihnen entwickelt. So bald dieß mit der Luft in Berührung kommt, kann Hitze und Entzündung entſtehen. Auf dieſe Art erklärt ſich die Selbſtentzündung des Phosphors und des Pyrophorus an der Luft. Schlechter Phosphor wird an der Luft wenigſtens warm, und gibt einen Schwefelgeruch von ſich. Bey der Vermiſchung von Säuren und Oehlen kann plötzlich eine Zerſetzung vorgehen, alsdann wird die umgebende Luft ſchnell phlogiſtiſirt, und dieſe muß dagegen eine große Menge Wärmematerie abſetzen, die die Miſchung bis zur Entzündung erhitzen kann. Hieraus laſſen ſich die ſchnellen Erhitzungen des Saſſafras-, Guajak- und Nelkenöhls mit rauchender Salpeterſäure die Selbſtentzündung des mit Kienruß, Hanf und Flachs vermiſchten Hanf- und Leinöhls, die Entſtehung der Hitze beym Verwittern der Kieſe u. ſ. f. begreifen.

Dieſe Theorie, welche viele Erſcheinungen ſo glücklich zu erklären ſchien, ward von den Naturforſchern beynahe mit allgemeinem Beyfall aufgenommen, und ſelbſt die von **Morgan** dagegen gemachten Einwürfe ſind von weiter keiner Erheb-

Erheblichkeit. Sie hat aber ihren Werth verloren, nachdem man entſcheidend gefunden hatte, daß die völlig reine Lebensluft durchs Verbrennen der verbrennlichen Körper gänzlich verzehrt wird, welche Erſcheinung dieſer Theorie gerade zu entgegen iſt.

Eine andere Theorie des Herrn de Lüc von der Wärme hat ebenfalls einige ſehr große Anhänger gefunden, und verdient daher kürzlich angeführt zu werden *). De Lüc ſetzt das Feuer unter die Claſſe der ſo genannten Dünſte, welche er von der Claſſe der luftförmigen Stoffe unterſcheidet. Alle Stoffe beyder Claſſen beſtehen aus einem fortleitenden Fluidum (fluide déferent), und aus einem ſchweren Stoffe (ſubſtance purement grave), welcher ſich von jenem Fluidum durch bloßen Druck losmacht, bey den luftförmigen Stoffen aber weit inniger mit ihm vereinigt iſt. Bey den Dünſten macht ſich auch das fortleitende Fluidum auf ſeiner Seite von ſelbſt frey, um ein gewiſſes Gleichgewicht herzuſtellen, und es gibt dem ſchweren Stoffe mehr ausdehnende Kraft, wenn es in mehrerem Ueberfluſſe zugegen iſt. Beym Feuer hält nun de Lüc das Licht für das fortleitende Fluidum, und belegt den bloß ſchweren Stoff mit dem Nahmen der Feuermaterie; dieſe, ſagt er, ſey ihm von dem Lichte abgeſondert, und allein exiſtirend, gänzlich unbekannt. Es ſey dieß aber der Fall mit mehreren andern angenommenen Stoffen, ſo daß daher keine Einwürfe gegen ihr Daſeyn herzunehmen ſey, wenn die Erſcheinungen ſie bezeugen. Das Licht verliert durch ſeine Verbindung mit der Feuermaterie ſein Vermögen zu leuchten, erzeugt aber dagegen ein neues ſehr auszeichnendes Phänomen, die Wärme. Das Feuer beſitzt eine größte Dichtigkeit, über welche hinaus ſich ein Theil davon zerſetzt, und daher wieder leuchtend wird. Dieſes Größte iſt das Glühen, und alsdann nur bringt das Feuer phosphoriſche Phänomene hervor. Wenn das Glühen aufs höchſte geſtiegen iſt, d. h. wenn die Zerſetzung des Feuers ſich auf alle Claſſen der Lichttheilchen erſtreckt, und ſo das Glühen

*) Neue Ideen über die Meteorologie. S. 115 ff.

Glühen zum Weißglühen gekommen, ſo iſt das Feuer auf ſeiner höchſten Stufe. Durch dieß Größte wird der Grad der Hitze, den wir durch die Kunſt hervorbringen können, die Ofenwärme eingeſchränkt, deren vorzügliche Wirkungen die Ausdehnung, Schmelzung und Verdampfung der Subſtanzen ſind.

Unter Wärme verſteht de Lüc die Wirkung des freyen Feuers in andern Subſtanzen, oder den wirklichen Grad der ausdehnenden Kraft des Feuers. Mit dieſer wirklichen ausdehnenden Kraft des Feuers iſt die Wärme der Subſtanzen im Verhältniſſe, nicht aber mit ſeiner Dichtigkeit, d. h. mit ſeiner Menge in denſelben Raum. Denn dieſelben verhältnißmäßigen Mengen des Feuers äußern nicht einerley Grad der ausdehnenden Kraft auf alle Subſtanzen, und bringen alſo nicht bey ihnen denſelben Grad von Wärme hervor. Hierin, ſagt er, beſtehe eigentlich das vor kurzem entdeckte Phänomen, welches man die verſchiedenen Capacitäten für die Wärme genannt habe. Hierbey ſucht nun Herr de Lüc aus dem atomiſtiſchen Naturſyſtem des Herrn le Sage, welches ſich, wie bekannt, bloß auf Stoß und Bewegung gründet, den Satz herzuleiten, daß die ausdehnende Kraft, welche den Grad der Wärme beſtimmt, von zwey verſchiedenen Umſtänden abhange, nähmlich ſeiner Menge und ſeiner Geſchwindigkeit der Bewegung, und daß diejenigen Subſtanzen die meiſte Capacität für das Feuer oder für die Wärme haben, oder, um gleich heiß zu werden, die größte Menge Feuer verlangen, in welchen die Feuertheilchen bey ihrer Bewegung durch die Kleinheit oder Form ihrer Poren am öfterſten in ihrer Bewegung aufgehalten werden. Da nähmlich jedes Theilchen hier weniger Kraft hat, ſo iſt eine größere Menge nöthig, damit ſie hier dieſelbe totale ausdehnende Kraft äußre, oder denſelben Grad der Wärme hervorbringe. Da nun die Luft vom Feuer ſehr frey durchdrungen werden kann, ſo ſoll ſie eine ſehr geringe Capacität für das Feuer haben, ob ihr gleich Crawford eine ſehr große beylege, welche nähmlich 19 Mahl größer, als die

die Capacität des Waſſers ſey. Dieſe Angabe, meint de Lüc, ſey auf ganz unrichtigen Vorſtellungen der Capacität gegründet; bey den Verſuchen müſſe man nicht gleiche Gewichte, ſondern gleiche Volumina vergleichen. So finde man aus denſelben Verſuchen die Capacität der Luft ungefähr um $\frac{1}{13}$ von der Capacität des Waſſers, und dieß ſey viel zu wenig, um aus den Veränderungen welche in einer ſo geringen Capacität vorgehen könnten, mit Crawford die große bey der Verbrennung entſtehende Wärme zu erklären.

Das Feuer beſitzt eigene Verwandtſchaften, und geht dadurch in die Zuſammenſetzung der meiſten Subſtanzen der drey Claſſen, der feſten, der flüſſigen und der elaſtiſch flüſſigen Subſtanzen ein. Es tritt weſentlich in die Zuſammenſetzung aller brennbaren feſten Körper, und von ihm rührt die Wärme her, welche durch das Verbrennen hervorgebracht wird, wenn die dephlogiſtiſirte Luft ſich nicht dabey zerſtört, und bloß durch fixe Luft erſetzt wird. Dieß zeigen die Verſuche der Herren Lavoiſier und la Place über die Verbrennung der Kohle und des Phosphors. Bey der Verbrennung des Phosphors wird nähmlich die dephlogiſtiſirte Luft gänzlich zerſtört, bey der der Kohle aber durch fixe Luft erſetzt. Auch wird bey der erſtern das Feuer dadurch frey, kömmt zu dem, was der brennende Körper hergibt, noch dazu, und die Wärme wird daher in dieſem Falle weit ſtärker, als in dem andern Falle, wo die dephlogiſtiſirte Luft ſich nicht zerſetzte. Nach den Verſuchen der Herren Lavoiſier und la Place iſt bey einer gleichen Menge dephlogiſtiſirter Luft die Wärme bey der Verbrennung des Phosphors zu der der Kohle, wie 7 zu 3.

Wenn ſich die dephlogiſtiſirte Luft durchs Verbrennen zerſtört, ſo bringt der brennbare Körper zuerſt entzündbare Luft hervor. Wenn hingegen die dephlogiſtiſirte Luft nicht zerſtört wird, ſo verbindet ſich nun dasjenige was ſonſt in die Zuſammenſetzung der brennbaren Luft kömmt, und das Phlogiſton heißt, mit der Luft, und wird dadurch zur fixen Luft. Die Entſtehung der entzündbaren Luft in einem brennbaren

baren Körper iſt nicht hinreichend, das Verbrennen hervorzubringen; es iſt noch nöthig, daß dieſe Luft, indem ſie mit der dephlogiſtiſirten in Berührung kommt, ſie einen größern Grad von Wärme beſitze, welchen Herr de Lüc nach einem Verſuche über die freywillige Entzündung des Baumöhls auf den 275ſten Grad ſeiner Skale, oder ungefähr auf 650 Grad Fahrenh. ſetzt. Wenn dieſer Grad von Wärme, den er die **brennende Wärme** nennt, vorhanden iſt, ſo iſt die Erzeugung des Feuers ſehr heftig. Herr de Lüc vermuthet, daß dieſe oder auch noch eine größere Wärme, welche in dem brennenden Körper unterhalten wird, eine von den kräftigſten Urſachen zur Erzeugung neuer Wärme ſey, weil hier eine Zerſtörung der dephlogiſtiſirten Luft, ſtatt ihrer bloßen Verwandlung in fixe, entſtehe. Hierdurch wird nun auch eine fortgeſetzte Hervorbringung einer brennbaren Luft, begleitet mit dem nöthigen Grade der Wärme, veranlaßt, welche ſich mit der berührten dephlogiſtiſirten Luft entzündet und zerſetzt. Durch dieſe Zerſetzung verwandeln ſich beyde Luftarten in einen mit freyem Feuer überladenen Waſſerdunſt. Dieſer Dunſt bildet die Flamme; die große Hitze, die ſich erzeugt, rührt von einer großen Menge von plötzlich befreyetem Feuer, und ihre Helligkeit von der Zerſetzung eines Theils dieſes Feuers her. Nachdem der Dunſt ſein Feuer an derjenigen Stelle, welche die Flamme anzeigt, fahren gelaſſen hat, ſo vermiſcht er ſich mit der obern Luft, und erhebt ſich ſchnell mit ihr; es folgt alſo die untere Luft nach, und erneuert unaufhörlich dieſelben Wirkungen. Herr de Lüc erläutert dieß durch das Beyſpiel der Argandiſchen Lampe, bey welcher im Innerſten des hohlen Dachtes beſtändig eine große Hitze unterhalten wird. Herr **Argand** brachte über die Flamme ſeiner Lampe einen Helm mit einem langen Schnabel an, und ſammelte durch dieſe Vorrichtung binnen zwey Stunden eine halbe Unze völlig reines Waſſer. Dieß iſt ein offenbarer Beweis, daß ſich die im Innern des Dachtes erzeugte brennbare Luft mit der dephlogiſtiſirten wirklich zerſetze, und einen Waſſerdunſt bilde.

Auch die Flüſſigkeit entſteht bloß durch die Wirkung des Feuers, welches ſich in einer gewiſſen Menge mit den Theilen des Körpers verbindet. Wenn ein feſter Körper durch das Feuer flüſſig wird, wie z. B bey der Schmelzung des Eiſes, ſo kann das Feuer hierbey keine Vermehrung der Wärme hervorbringen, ſondern ſeine einzige Wirkung beſteht in der Verwandlung des feſten Körpers (des Eiſes) in einen flüſſigen (Waſſer). Die Wärme, welche hierbey zum Flüſſigwerden verwendet wird und folglich für das Thermometer verloren geht, hat Dr **Black** die **verborgene Wärme** des Waſſers genannt; **de Lüc** will ſie aber lieber **verborgenes Feuer** nennen. Nach des Herrn **Lichtenberg** Aeußerung in einem Briefe vom 10ten März 1785. an Herrn **de Lüc** mag wohl die Menge dieſer verborgenen Wärme bey heißem Waſſer immer größer werden, weil eine gleiche Menge heißes Waſſer weit mehr Tropfen gibt, mithin flüſſiger wird, als kaltes. Es iſt alſo wohl nicht zu bezweifeln, daß diejenige Wärme, welche gebraucht wird, das vorher ſchon flüſſige noch flüſſiger zu machen, **verborgene** werde, oder für das Thermometer verloren gehe. Beym Gefrieren des Waſſers zeigt ſich hingegen gerade das Gegentheil, indem das verborgene Feuer wieder wirkſam wird. Es kann aber eine kleine Menge Waſſers weit unter dem Gefrierpunkte erkalten, ohne zu gefrieren. Gefriert es aber alsdann durch Berührung, Schütteln u. dgl., ſo kommt es augenblicklich auf die Temperatur des Eispunktes zurück, und wird folglich wärmer. Dieſe Wärme iſt eine Wirkung des verborgenen Feuers das die gefrierenden Theile abſetzen.

Nach **Crawford's** Vorſtellungen würden ſich dieſe Erſcheinungen daher erklären, daß das Waſſer mehr ſpecifiſche Wärme als das Eis beſitzt, daß folglich bey der Verwandlung des Eiſes in Waſſer, und bey allen Schmelzungen überhaupt Wärme verloren gehen muß. Allein Herr **de Lüc** beſtreitet die Crawford'ſchen Vorſtellungen von Capacität, d. h. von Fähigkeit, Feuer zu binden oder von ſpecifiſcher Wärme. Zuerſt bemerkt er, es ſey unſicher, die ſpecifiſchen Capaci-

Capacitäten der Subſtanzen aus Verſuchen mit einerley Subſtanz unter verſchiedenen Temperaturen abzuleiten, weil ſich ſehr wahrſcheinlich die ſpecifiſche Wärme der Körper mit ihrer Temperatur zugleich ändere. Hierauf ſetzt er hinzu, daß die Capacität, d. h. nach ihm die Menge von Feuer, welche in einer gewiſſen Subſtanz nöthig iſt, um einen beſtimmten Grad der Ausdehnung hervorzubringen, von der Beſchaffenheit der Poren der Körper abhange, und bey gleichen Graden der Ausdehnung dennoch verſchieden ſeyn könne; daher ſey es irrig, die abſoluten Mengen der ſpecifiſchen Wärme proportional anzunehmen. Ueber dieß ſetzten alle Crawford'ſche Berechnungen, welche ſich auf Grade des Thermometers bezögen, und deren Unterſchiede als abſolute Mengen der Wärme betrachteten, voraus, daß man die abſoluten Mengen der Wärme in den Körpern kennte, welches gleichwohl der Fall nicht ſey; daher auch in dem Gange der Schlüſſe, woraus Crawford abſolute Wärme zu beſtimmen ſuche, ein irriger Cirkel ſey. Man ſey durch Braun's Verſuch über das Gefrieren des Queckſilbers verleitet worden, zu glauben, daß man die abſolute Wärme, als noch ſehr groß, bey den niedrigſten Temperaturen, die wir beobachten können, anſehe; allein die neueren Verſuche des Herrn Hutchin's gäben hiervon ganz andere Begriffe. M. ſ. Gefrierung. Endlich fügt er noch hinzu, die ganze Vorſtellung von Capacität erkläre bloß einen Nebenumſtand, und laſſe die Hauptfrage, wie und wodurch das eigentliche Schmelzen u. ſ. bewirkt werde, ganz unbeantwortet.

Nach Herrn de Lüc erfolgt vielmehr das Zerſchmelzen der feſten Körper aus einer chemiſchen Verbindung des Feuers mit ihren Theilen; die Verminderung der Wärme aber rührt daher, weil das Feuer, welches mit den Körpertheilen chemiſch gebunden wird, hierdurch ſelbſt aufhört, zur Wärme beyzutragen. Dieß geſchieht wenigſtens in allen Fällen, wo das Schmelzen unmittelbar durch die Wärme allein bewirkt wird. In andern Fällen hingegen, wo mehrere chemiſche Operationen mit im Spiele ſind, wie z. B.

bey der Miſchung von Eis mit Kochſalz, ſcheint weniger Feuer verloren zu gehen; die Urſache davon liegt darin, weil das Kochſalz durch ſeine Auflöſung und Zerſetzung das in ihm enthaltene Feuer mit hergibt.

Ueberhaupt behauptet Herr de Lüc, daß die meiſten Körper verborgenes Feuer enthalten, und daß beſonders in den luftförmigen Stoffen das Feuer das fortleitende Fluidum ausmache. Er bemühet ſich, ſehr umſtändlich zu zeigen, daß der Grad der fühlbaren Wärme mehr von der Erzeugung und Zerſetzung der luftförmigen flüſſigen Stoffe, als von der Capacität der Körper abhange, und daß beſonders die reine und brennbare Luft ſehr viel Feuer enthalte. Uebrigens leitet er die Unterſchiede der Luftarten von den verſchiedenen Verwandtſchaften ihrer Beſtandtheile mit dem Feuer her.

Herr Gren *), welcher zuletzt die Phyſik nach dem dynamiſchen Syſteme vorträg, nimmt ebenfalls eine eigene Wärmematerie an, und hält ſie für eine von der Lichtmaterie weſentlich verſchiedene Materie. Aus der ſehr oft Statt findenden Coexiſtenz des Lichts mit Wärmeſtoff, ſagt er, folge nicht ihre Identität; folge nicht, daß auch der Wärmeſtoff die alleinige Urſache des Leuchtens ſey. Der Wärmeſtoff afficire nur unſer Gemeingefühl, das Licht nur unſer Geſicht; beyde müßten alſo weſentlich verſchieden ſeyn, wie es auch ihre übrigen Erſcheinungen und Geſetze wären, die ſie befolgten. Wäre das Licht ſehr verdichteter Wärmeſtoff, ſo müßte nach einer ganz natürlichen Folge bey jedem Leuchten eine hohe Temperatur zugegen ſeyn, wogegen doch die Erfahrung ſpreche. Das Licht aber ſonſt für eine Modification des Wärmeſtoffs erklären, ohne eine modificirende Urſache anzunehmen, heiße Wirkung ohne Urſache zu behaupten.

Wenn es nun wirklich einen Wärmeſtoff gibt, der unter gewiſſen Umſtänden in Körpern gebunden, und unter andern wieder entbunden wird; ſo könnte man wohl mit Recht behaupten, daß er eine irdiſche Materie wäre. Daher muß er

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 800.

er auch die Eigenſchaften aller irdiſchen Stoffe, unter andern auch eine **Schwere** gegen andere Körper beſitzen. Da nun bis jetzt noch kein Mittel erfunden iſt, wodurch man die Ponderabilität desſelben außer allem Zweifel ſetzen könnte, ſo iſt auch der Satz, daß die Wärmematerie ſchwer ſey, vielfältig beſtritten worden. Schon **Boerhaave** bezweifelte ſeine Schwere, weil ſein Elementarfeuer im ganzen Weltraume gleichförmig verbreitet ſey, indem es ſich durch die Wirkung der Schwere um die Körper herum würde verdichten müſſen. Nach ſeiner Meinung beſitzt es bloß Elaſticität, und werde nach keiner Gegend beſonders hingetrieben. **Boerhaave** glaubte nähmlich, ſein Elementarfeuer wirke bloß mechaniſch durch Stoß und Bewegung, nicht durch Anziehung oder chemiſche Verbindung. Viele andere aber haben dagegen bey der Abwägung glühender oder ſtark erhitzter Körper eine Gewichtszunahme bemerken wollen. Andere Verſuche ſcheinen hiervon vielmehr das Gegentheil darzuthun. So fand **Muſſchenbroek** *) glühendes oder geſchmolzenes Zinn und Bley in der Luft gewogen leichter, als kaltes, und macht daher den Schluß, man könne aus ſolchen Abwägungen eigentlich gar nichts folgern. Es kommt hierbey bloß darauf an, ob die Ausdehnung durch die Hitze den Verluſt am Gewichte in der Luft mehr vergrößert, als ihn die Erhitzung und Ausdehnung der Luft ſelbſt vermindert. So bemerkt **Boerhaave**, daß von zwey gleichwiegenden Metallſtäben der eine leichter werde, wenn man eine glühende Kohle über ihn, ſchwerer, wenn man ſie unter ihm halte. Im erſtern Falle wird nähmlich die obere Luft verdünnt, und die untere hebt nun den Stab ſtärker; im andern Falle hingegen erfolgt das Gegentheil. Neuere Verſuche von **Fordyce** β) ſchienen wirklich zu beſtätigen, daß der Beytritt der Wärmematerie die Körper am Gewichte vermindere. Dieſer fand nähmlich nicht nur Gold bey ſtarker

*) Introd. ad ver. philoſ. Tom. II. §. 1581.
β) Philoſ Transact. Vol. XXXV. 1785. P. II. n. 21. und im Gothaiſch. Magazin, B. IV. St. 4. S. 49 f.

Erhitzung leichter, als ſonſt, ſondern er nahm auch an 1700 Gran Waſſer, die er in einem hermetiſch verſchloſſenen Gefäße, bey einer Temperatur von 32 Grad Fahrenheit zu Eis frieren ließ, bey der Gefrierung eine Gewichtszunahme von $\frac{1}{18}$ Gran wahr. Dieſen nähmlichen Verſuch haben de Morveau, Gouvenain und Chauſſier zu Dijon *) mit gleichem Erfolge wiederhohlt, auch zwey Pfund Vitriolöhl gefroren und 3 Gran ſchwerer, als im flüſſigen Zuſtande, gefunden.

Dieſen Verſuchen zu Folge nahm vormahls Herr Gren an, daß der Wärmeſtoff nicht allein ganz ohne Schwere ſey, ſondern daß er ſogar abſolut leicht, d. i., negativ ſchwer ſey, oder daß er von der Erde abwärts zu gehen ein Beſtreben habe, und eine Verminderung der Körper am Gewichte durch ſeinen Beytritt verurſache. In der Folge hat er zwar dieſe Idee von der negativen Schwere des Wärmeſtoffs aufgegeben, aber doch immer noch behauptet, daß der Beytritt des Wärmeſtoffs eine Verminderung des Gewichts der Körper verurſache, wenn er gebunden oder latent gemacht werde. Denn, ſagt er, wenn der Wärmeſtoff in den Körpern durch die Cohärenz mit ihren Theilen zum unmerkbaren, und ſo ſeine urſprüngliche Expanſivkraft ruhend gemacht wird, ſo hebt er auch dagegen die Schwerkraft der Theilchen, mit welchen er verbunden wird, auf, und bewirket ſolcher Geſtalt eine Abnahme des Gewichts des ganzen Körpers. Bey erhitzten Körpern ſey freylich die Abnahme ihres Gewichts zum Theil von der Zunahme ihres Volumens abzuleiten, wodurch nun ihr reſpektives Gewicht beym Wägen in der Luft kleiner werden müſſe. Indeſſen ſey bey mehreren Körpern dieſe Rarefaction derſelben nicht groß genug, um daraus allein die Gewichtsabnahme erklären zu können. Es ſey lächerlich, ſie aus der Verdünnung der Luft umher ableiten zu wollen, da dieſe offenbar die Vermehrung des reſpektiven Gewichts hervorbringen müßte. Was es außer allem Zweifel ſetze, daß der Wärmeſtoff durch ſeine Verbin-

*) Journal de phyſique. Oct. 1785.

Verbindung mit dem ſchweren Stoffe das Gewicht desſelben vermindern könne, ſey die Erfahrung, daß bey gleichem Volumen und gleicher Temperatur des Ganzen das Gewicht abnehme, wenn freyer Wärmeſtoff latent werde, und zunehme, wenn der latente Wärmeſtoff wieder abgeſchieden werde. Er beruft ſich hierbey auf die Verſuche beſonders des Herrn Fimbke *). Dieſer wog nähmlich glühende Glascylinder, welche er, um die Ausdehnung der umgebenden Luft zu verhüthen, in eine mit Meſſingblech ausgefütterte Kapſel von Lindenholz einſchloß. Den ganzen Apparat kalt gewogen fand er alle Mahl etwas ſchwerer, als wenn der Glascylinder darin glühend war. Bey einem Cylinder von $374\frac{13}{16}$ Gran und eine Kapſel von 3 Unzen $18\frac{1}{2}$ Gran betrug der Unterſchied $\frac{1}{4}$ Gran; bey einem Cylinder von 1 Unze 450 Gran mit der vorigen Kapſel war der Unterſchied $\frac{31}{32}$ Gran; bey einem Cylinder von 2 Unzen $37\frac{1}{2}$ Gran und abermahls der vorigen Kapſel fand er den Unterſchied $2\frac{5}{8}$ Gran. Ferner brachte er eine Unze ungelöſchten Kalk und eine Unze Waſſer in ein Medicinalglas, verſtopfte es ſorgfältig, und wog es, ehe ſich der Kalk löſchte. Hierauf brachte er durch Schütteln das Löſchen des Kalkes zu Wege, und bemerkte nach dem Erkalten eine Gewichtszunahme von $\frac{1}{16}$ Gran, und nach Verlauf eines halben Tages, da die Maſſe ganz hart geworden war, eine von $\frac{3}{16}$ Gran. Nach einem andern Verſuche bey 1 Unze Kalk und $1\frac{1}{2}$ Unze Waſſer fand ſich dieſelbe Gewichtszunahme, es ſtand aber noch $\frac{1}{2}$ Unze Waſſer uneingeſogen über dem Kalke. Um mit völlig reinem ausgeglüheten Kalke Verſuche anzuſtellen, wurden 2 Unzen Waſſer mit einer Scheibe von geſchmolzenem Schweinefette überzogen, 1 Unze reiner ätzender Kalk auf das Fett gebracht, und dieſes Alles gewogen. Nun ward die Fettſcheibe durchs Schütteln zerbrochen, worauf augenblicklich das Löſchen erfolgte. Nach einer Stunde ergab ſich eine Gewichtszunahme von $\frac{1}{4}$ Gran, den andern Morgen von $\frac{3}{16}$ Gran. Der Verſuch

*) Verſuche über den Wärmeſtoff, in Gren's Journal der Phyſik. B. VII. S. 30 f.

ward wiederhohlt, und um manometiſcher Wirkungen der Luft auszuweichen, ein eben ſo großes leeres Glas als Gegengewicht gebraucht. Am andern Morgen fand ſich eine Gewichtszunahme von 0,43 Gran. Endlich übergoß Hr Eimbke eine Menge getrockneter Erbſen in einem Glaſe mit 2 Unzen Waſſer, verſchloß das Glas, wie gewöhnlich, und wog es gegen ein zugekittetes leeres Glas. Nach 24 Stunden, da beynahe alles Waſſer verſchwunden war, fand ſich eine Gewichtszunahme von 0,29 Gran. Nach Herrn Gren's Bemerkung hat dieſen Verſuch ſchon Friedrich Hofmann angeſtellt, und die Zunahme des Gewichts wird hier dem Entweichen des Wärmeſtoffs, welcher vorher den Zuſtand des flüſſigen Waſſers bewirkte, zugeſchrieben.

Daß ſich aber aus allen dieſen Verſuchen noch gar nicht der richtige Schluß machen laſſe, daß die Körper durch den Beytritt des Wärmeſtoffs leichter würden, läßt ſich ſchon aus den Schwierigkeiten, welche bey Verſuchen dieſer Art vorfallen, leicht begreifen. Denn ſchon die geringſten Abänderungen der Temperaturen werden die angeführten äußerſt geringen Gewichtsunterſchiede hervorzubringen im Stande ſeyn. Indeſſen führet Herr Pictet *) über das Aufſteigen der Wärme einen merkwürdigen Verſuch an. Er erhitzte im luftleeren Raume die Mitte eines Meſſingſtabes durch ein Brennglas, und fand, daß alle Mahl das obere Ende ſchneller und ſtärker erwärmt war, als das untere, was auch für ein Ende nach oben gebogen ſeyn mochte. Pictet ſcheint daher ebenfalls geneigt, der Wärme ein Beſtreben abwärts von der Erde beyzulegen. Auch Herr Achard β) hat einige Verſuche über das Aufwärtsſteigen der Wärme angeſtellt. Er ſtellte mehrere Thermometer über einander, und brachte zwiſchen dieſelbe heiße Kugeln oder verſchloſſene Gefäße mit warmen Waſſer; hier fand er beſtändig das obere Thermometer ſtärker erwärmt, als das untere. Hieraus ſchließt er mit

*) Verſuch über das Feuer. Aus d. Franz. Tüb. 1790. 8.

β) Mém de l'Acad. roy. des ſcienc. depuis l'avénement de *Fred. Guill. II.* au trone a 1788 et 1789. Ber. 1793.

mit Lambert [α]), daß der Wärmeſtoff ſpeciſiſch leichter, nicht aber, daß er abſolut leicht ſey. Herrn de Lüc's Gedanken über die Leichtigkeit des Feuers, welche er bey Gelegenheit des eben angeführten Pictet'ſchen Verſuchs angeführt hat [β]), ſind folgende. Zuerſt bemerkt er, daß man ſolche Phänomene eines unerwarteten Aufſteigens der Stoffe ohne bekannte Urſache nicht gleich für Anzeigen eines Emporſteigens annehmen müſſe, weil ſich dergleichen in mehreren Fällen zeigen, und aus beſondern Urſachen erklären laſſen. So habe er z. B. an einer ſilbernen vergoldeten Spiralfeder ſeiner Hygrometer ein ſolches unerwartetes Aufſteigen des Waſſers beobachtet, bey genauerer Unterſuchung aber die Urſache davon gar bald in der Adhäſion der Waſſertheilchen entdeckt. Er glaubt gewiß, daß ſich die Urſache des von Herrn Pictet beobachteten Phänomens ebenfalls werde entdecken laſſen; allein auch ohne dieſe Entdeckung hält er es für natürlicher, dabey eine eigenthümliche Urſache zu vermuthen, als eines einzigen Phänomens wegen, bey dem mehrere Urſachen zugleich Statt finden können, dem Feuer abſolute Leichtigkeit zuzuſchreiben. Da er die Sonnenwärme nicht als die unmittelbare Urſache der Wärme anſieht, ſo glaubt er, die Erde würde gar keine Wärme behalten können, wenn das von der Sonnenwärme erregte Feuer ſeiner Natur nach die Erde zu verlaſſen ſtrebte. Als expanſible Flüſſigkeit habe das Feuer ein Beſtreben, ſich nach allen Seiten auszubreiten; es ſey aber auch, wie alle andere atmoſphäriſche Flüſſigkeiten gegen die Erde ſchwer, und folge daher bey ſeiner Verbreitung in der Atmoſphäre den allgemeinen Geſetzen elaſtiſcher Stoffe. Die einzige Subſtanz, welche unſere Erde verlaſſen könne, ſey das Licht, nicht als ob ſelbiges nicht gravitire, oder ſonſt von andern expanſibeln Flüſſigkeiten verſchieden ſey, ſondern bloß wegen der Eigenſchaft ſeiner Theilchen, ſich in geraden Linien zu bewegen. Wenn die Theilchen der übrigen expanſibeln

α) Pyrometrie. §. 416 f.

β) Zehnter Brief an de la Metherie aus *Rozier* journal de phyſ. Nov. 1790. überſ. in Gren's Journ. der Phyſik. B. V. S. 460 ff.

beln Flüſſigkeiten dieſelbe Eigenſchaft beſäßen, ſo würde unſere Erde gar keine Atmoſphäre haben. So aber änderten ſie ihre Richtung unaufhörlich, und da die Gravitation ſie retardire, wenn ſie aufſtiegen, hingegen ſie beſchleunige, wenn ſie hinabſtiegen, ſo blieben ſie auf ſolche Art bey der Erde zurück. Uebrigens beruhen alle ſeine Erklärungen auf das atomiſtiſch mechaniſche Syſtem des Herrn le Sage.

Nachdem endlich Herr Gren das dynamiſche Syſtem angenommen hatte, ſo hat er auch dieſe Idee gänzlich aufgegeben, daß der Beytritt des Wärmeſtoffs die Körper leichter machte. Vielmehr behauptete er, daß der Wärmeſtoff eine rein expanſible Flüſſigkeit ſey, d. h. eine ſolche, deren Theile bloß der ausdehnenden Kraft und keiner andern Kraft, folgen. So ſtrömen, ſagt er, die Wärmeſtoffstheilchen mit dem Lichte von der Sonne nach allen Richtungen aus, ohne durch Schwere an die Sonne gefeſſelt zu ſeyn, und ſo gehen ſie von der Erde, da, wo ſie frey und in ihrer Expanſivkraft thätig zu werden anfangen, nach allen Richtungen, ohne gegen den Mittelpunkt der Erde zu graviriren. Daher können ſie nicht, wie die ſchwere Luft, um die Erde herum eine bleibende Atmoſphäre bilden. Da alſo der Wärmeſtoff nicht ſchwer iſt, ſo können auch ſeine Quantitäten durchs Gewicht gar nicht beſtimmt werden, und ſeine Vermehrung und Verminderung in den Körpern könne, wie auch die Erfahrung lehre, das Gewicht des Körpers weder vermehren noch vermindern. Der Wärmeſtoff ſey demnach als imponderable Subſtanz zu betrachten. Auch ſey er urſprünglich expanſibel; denn wir kennten keine Subſtanz, und keine einzige Erfahrung zeige uns eine ſolche, von welcher wir die Expanſibilität des Wärmeſtoffs ableiten könnten. Es müßte alſo der Wärmeſtoff ſich von dem Orte aus, wo er frey werde, ins Unendliche verbreiten, und ſeine Dichtigkeit, mithin ſeine Expanſivkraft oder ſeine Kraftäußerung müßte daher endlich Null werden, weil er ſeiner Verbreitung durch ſich ſelbſt und durch ſeine eigene Ausſpannungskraft nicht Gränzen ſetzen könne. Dieß würde auch geſchehen, wenn

nicht

nicht dem freyen Wärmeſtoffe durch Anziehungskräfte anderer Materien dagegen in ſeiner Ausſpannungskraft Gränzen geſetzt, und er alſo dahin gebracht werden könnte, ſeinen Raum mit Beharrlichkeit zu erfüllen. — Herr **Gren** ſcheint hier gegen die erſten Grundſätze der dynamiſchen Phyſik einen Irrthum begangen zu haben. Er behauptet ſelbſt, daß die Möglichkeit der Materie nur aus dem Conflikt der beyden Grundkräfte, der anziehenden und abſtoßenden Kraft, eingeſehen werden könne. Wenn alſo der Wärmeſtoff eine reelle Materie ſeyn ſoll, ſo kann er auch nicht eine bloß rein expanſible Flüſſigkeit, ohne Anziehung, ſeyn. Muß man ihm alſo Anziehung beylegen, ſo muß er, wie jede andere Materie, anziehend und zurückſtoßend wirken können. Dieß läßt ſich aber nicht gedenken, ohne auch von andern Materien angezogen zu werden, d. h., ohne ſchwer gegen andere Materie zu ſeyn. Gäbe es für den Wärmeſtoff eine undurchdringliche Hülle, ſo daß man ihn verdichten könnte, ſo würde man ihn auch gewiß abwägen, und ſeine Ponderabilität beſtimmen können. —

M. ſ. **Franz Xaver Baader** vom Wärmeſtoff, ſeiner Vertheilung, Bindung und Entbindung, eine Probeſchrift. Wien u. Leipz. 1786. 4. De Lüc neue Ideen über die Meteorologie. A. d. Franz. Berl. 1787. 8. **Marcus Auguſt Pictet** Verſuch über das Feuer. A. d. Franz. Tübing 1790. 8. Recherches phyſico-mécaniques ſur la chaleur par *Pierre Prevoſt*. à Genev. et Paris 1798. 8. **Gren** Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 488 ff.

Wärme, abſolute, ſ. Wärmemeſſer.

Wärme, ſpecifiſche, eigenthümliche (Wilke), comparative, Capacität für Wärme (Crawford), wärmebindende Kraft (Baader) (calor ſpecificus, comparatiuus, capacitas caloris recipiendi, chaleur ſpecifique, comparative, capacité pour recevoir de la chaleur). Hierunter verſteht man das Verhältniß der Menge von Wärmetheilchen, welche in einem Körper eine gewiſſe

Veränderung ſeiner Temperatur hervorbringt, zu der Maſſe, oder, nach andern, zum Volumen des Körpers. Es iſt ſchon im vorigen Artikel angeführt worden, daß nicht alle Körper von gleicher Maſſe oder gleichem Volumen, wenn eine gleiche Veränderung der Temperatur Statt finden ſoll, eine gleiche Menge freyer Wärme dazu nöthig haben. Denn es gibt Körper, welche weit weniger freye Wärme aufnehmen, als andere, und gleichwohl mit dieſen einerley Wärme am Thermometer zeigen. Wenn daher ein Paar ſolche Körper einerley Temperatur beſitzen, und an derſelben einerley Veränderung erleiden, ſo ſchreibt man demjenigen Körper, der zu dieſer Veränderung doppelt ſo viel freye Wärme aufnehmen oder verlieren muß, als der andere, eine doppelt ſo große ſpeciſiſche Wärme, oder doppelt ſo viel Capacität zu, als dem andern.

Wenn z. B. 1 Pfund Queckſilber und 1 Pfund Waſſer, welches eine höhere Temperatur, als jenes beſitzt, mit einander zuſammengerührt werden, ſo wird die Wärme des Gemenges allemahl größer ſeyn, als das arithmetiſche Mittel der vorigen Temperaturen; iſt aber das Queckſilber heißer, als das Waſſer, ſo wird die Temperatur kleiner ſeyn, als das arithmetiſche Mittel. Werden z. B. 1 Pfund Queckſilber von 110 Grad Fahrenh. und 1 Pfund Waſſer von 44° mit einander vermengt, ſo ſollte nach der im vorigen Artikel angeführten Richmannſchen Regel die Temperatur des Gemenges 77° werden, ſie wird aber nur 47°; und wenn das Queckſilber 44°, und das Waſſer 110° hat, ſo wird ſie 107°. Wenn alſo das Pfund Queckſilber 63° durch Vertheilung verliert, ſo gewinnt das Waſſer nur 3°, und wenn hinwiederum das Waſſer nur 3 Grad verliert, ſo gewinnt das Queckſilber 63 Grad.

Wenn daher die Temperatur eines Körpers A um n Grade wächſt, oder abnimmt, während die Temperatur des damit vermengten Körpers B von gleichem Gewichte um m Grade abnimmt, oder wächſt, ſo kann man ſchließen, daß ſo viele Wärmetheilchen, als den Körper A um n Grade wärmer

wärmer machen können, ein eben ſo großes Gewicht von B um m Grade erwärmen; und daß, wenn A und B bey gleichem Gewichte gleiche Temperatur haben, die Quantitäten der freyen Wärmetheilchen darin ſich verhalten, wie m : n. Eben dieß Verhältniß der Quantitäten freyer Wärmetheilchen in ungleichartigen Körpern bey gleicher Temperatur und gleichem Gewichte (oder gleichem Volumen,) nennt man die **ſpecifiſche Wärme.** Dieſer Begriff iſt alſo relativ. Man kann nicht beſtimmen, wie groß z. B. die ſpecifiſche Wärme des Queckſilbers an ſich ſey, ſondern bloß, wie ſie ſich zur ſpecifiſchen Wärme einer andern Subſtanz, z. B. des Waſſers, verhalte. Da nach dem vorigen Beyſpiele die Wärme des Waſſers bey der Vermengung mit gleich viel Queckſilber um 1 Grad wächſt, oder vermindert wird, während die des Queckſilbers um 21 Grad vermindert wird, oder wächſt, ſo ſchließt man, daß ſo viele Wärmetheilchen, als das Waſſer um 1 Grad wärmer machen können, ein eben ſo großes Gewicht Queckſilber um 21 Grad erwärmen. Wenn alſo Waſſer und Queckſilber bey gleichen Gewichten gleiche Temperatur haben, ſo müſſen die freyen Wärmetheilchen in jenen ſich zu den in dieſen verhalten, wie 21 : 1. Will man die Vergleichung nach dem Volumen anſtellen, wo das Queckſilber, das mit 1 Pfunde Waſſer gleichen Raum einnimmt, 14 Pfund wiegt, mithin 14 Mahl mehr Wärme als Waſſer, um gleiche Temperatur zu erhalten; ſo würde das Verhältniß der ſpecifiſchen Wärme des Waſſers und des Queckſilbers = 21 : 14 = 3 : 2 ſeyn.

Nimmt man nun die ſpecifiſche Wärme irgend einer ſich immer gleich bleibenden Subſtanz, z. B. des Waſſers, zur Einheit an, ſo läßt ſich eine jede andere ſpecifiſche Wärme durch eine Zahl ausdrucken. Setzt man die des Waſſers = 1, ſo iſt die des Queckſilbers = $\frac{1}{21}$ (oder nach dem Volumen verglichen = $\frac{2}{3}$). Dieſe Zahlen dienen alsdann auch die ſpecifiſchen Wärmen unter einander ſelbſt zu vergleichen.

Wenn man die ſo nach dem Verhältniſſe der Gewichte oder Maſſen beſtimmte ſpecifiſche Wärme einer Subſtanz

durch

durch die Zahl multiplicirt, welche das ſpecifiſche Gewicht dieſer Subſtanz (das des Waſſers = 1 geſetzt,) angibt, ſo bekömmt man die Zahl, welche der ſpecifiſchen Wärme, nach dem Volumen verglichen, zugehört. Für das Queckſilber iſt $\frac{1}{21} \cdot 14 = \frac{2}{3}$.

Dieſe wichtige Lehre von der ſpecifiſchen Wärme iſt erſt in den neueſten Zeiten bearbeitet worden. Es hatte zwar ſchon Boerhaave *), oder vielmehr auf deſſen Veranſtaltung Fahrenheit Verſuche gemacht, die leicht hierauf hätten leiten können; allein man ſchloß hieraus nicht auf das, worauf die Verſuche hinwieſen. Man vermiſchte nähmlich Maſſen von gleichem Gewichte und verſchiedenen Temperaturen, und ſuchte die Temperatur der Miſchung. Hierbey glaubte man durch einen ſonderbaren Irrthum verleitet zu finden, daß die Wärme der Miſchung die Hälfte der Differenz der beyden Temperaturen der vermiſchten Maſſe ſey, da ſie doch ihre halbe Summe iſt. Die wahre Regel fand nachher Richmann, welche unter dem vorigen Artikel angeführt iſt. Auch ließ Boerhaave unter andern Queckſilber und Waſſer unter ungleichem Volumen vermiſchen, um die Vertheilung der Wärme zu erfahren. Der Erfolg war, daß 3 Maß Queckſilber mit 2 Maß Waſſer zuſammengegoſſen eben die Wärme geben, welche gleiche Theile Waſſer zuſammengegoſſen gaben, es mag das Queckſilber oder das Waſſer wärmer ſeyn. Aus dieſem Verſuche, in welchen die Entdeckung liegt, daß 3 Maß Queckſilber eben ſo viel Wärme mittheilen, als 2 Maß Waſſer, ſchloß Boerhaave bloß dieß, daß ſich das Feuer nicht nach der Dichtigkeit der Körper vertheile, und glaubte daraus eine Beſtätigung ſeines Satzes zu finden, daß die Vertheilung nach den Räumen erfolge.

Den erſten Gedanken von der ſpecifiſchen Wärme findet ſich beym de Lüc β). Im Jahre 1772. bemerkt er mit ausdrücklichen Worten, daß er Gleichheit der Wärme in Körpern von verſchiedener Natur für nichts anders halte, als für

*) Element. chem. To. I. P. 2.
β) Unterſ. über die Atmoſphäre. Th. II. §. 973.

für eine gleiche Abneigung, Feuer aus ſich zu laſſen, oder neues aufzunehmen.

Der erſte, welcher die Geſetze der Vertheilung freyer Wärme unter verſchiedene Stoffe genau unterſucht, und den Begriff der ſpeciſiſchen Wärme feſtgeſetzt hat, iſt Wilke. Er machte dieſe Entdeckung im Jahre 1772. bey Gelegenheit ſeiner Verſuche über die Kälte des Schnees beym Schmelzen. Seine Methode zur Beſtimmung der ſpeciſiſchen Wärme iſt folgende. Einen auf beſtimmten Grad erwärmten Körper taucht er in eiskaltes Waſſer, das mit jenem Körper genau von gleichem Gewichte iſt. Hierauf berechnet er nach Richmann's Regel, wie viel gleich warmes Waſſer nöthig geweſen wäre, dem eiskalten Waſſer denſelben Wärmegrad zu geben, welcher ſich zeigt, wie viel mehr oder weniger Wärme der Körper unter gleichem Gewichte und bey gleicher Temperatur mit dem Waſſer mittheile. Wird z. B. ein Goldſtück von 100° Wärme nach ſchwediſcher Skale in eiskaltes Waſſer von gleichem Gewichte getaucht, und das Gemenge erhält die Temperatur von 5° Wärme, ſo ergibt ſich aus der Regel, daß man ein und eben derſelben eiskalten Waſſermaſſe nur $\frac{1}{19}$ kochendes, oder auf 100 Grad erhitztes Waſſer hätte beymiſchen dürfen, um in der Miſchung dieſelbe Temperatur von 5° Wärme zu erhalten; indem das unter dem Artikel, Wärme, angeführte Verhältniß $x - t : T - x$ (wo $T = 100$, $t = 0$, und $x = 5$) $= 5 : 100 - 5 = 5 : 95 = 1 : 19$ wird. Folglich gibt $\frac{1}{19}$ Loth Waſſer eben ſo viel Wärme her, als 1 Loth Gold bey gleicher Temperatur. Da bey dieſer Methode t allemahl 0 iſt, ſo ſieht man leicht, daß das geſuchte Verhältniß der Fähigkeit des Körpers gegen die Fähigkeit des Waſſers überhaupt $= x : T - x$ wird, wenn unter T die Temperatur des eingetauchten Körpers, und unter x die Temperatur des Ganzen nach geſchehener Eintauchung oder des Gemenges angedeutet wird.

Wilke war der erſte, der hierbey die verſchiedene Fähigkeit der Körper, Wärme herzugeben und aufzunehmen, in ſo

ſo fern ſie den Körpern überhaupt ohne Rückſicht auf ihr Volumen eigen iſt, und in ſo fern dabey ihr Volumen oder Größe betrachtet wird, unterſchied. Die Beſtimmung des Verhältniſſes der Körper bey gleichem Volumen nannte er die relative Wärme, und in dieſer Rückſicht war ſie ſchon von mehreren Naturforſchern beobachtet worden; in der erſten Rückſicht aber ſahe er ſie als etwas den Körpern ganz Eigenthümliches an, und gab ihr den Nahmen ſpecifiſche Wärme. Nimmt man überhaupt die ſpecifiſche Wärme des Waſſers in dieſer letzten Bedeutung $= 1$ an, ſo iſt die ſpecifiſche Wärme des eingetauchten Körpers $= \frac{x}{T \cdot x}$; hieraus läßt ſich alsdann die relative Wärme durch die Multiplication mit derjenigen Zahl, welche das ſpecifiſche Gewicht des Körpers ausdruckt, finden, wenn nähmlich das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers ebenfalls $= 1$ geſetzt wird. Druckt man alſo jenes ſpecifiſche Gewicht durch g aus, ſo wird die relative Wärme $= \frac{x}{T \cdot x} \cdot g$. Fürs Gold wird alſo die ſpecifiſche Wärme $= \frac{1}{19}$, und die relative $= \frac{1}{19} \cdot 19 = 1$, oder der des Waſſers gleich.

Herr Wilke fand durch ſeine Verſuche die ſpecifiſche Wärme eines jeden Körpers für alle Temperaturen zwiſchen dem Froſt- und Siedpunkte ziemlich übereinſtimmend, und ſchloß daher, daß die ſpecifiſche Wärme innerhalb dieſer Gränzen als beſtändig angenommen werden könne.

Auch haben ſich mit dieſem Gegenſtande die beyden Herren Dr. Black und Irwine beſchäftigt, und zwar noch etwas früher, als Wilke; ihre Reſultate wurden aber erſt nach des letztern im Jahre 1772 gemachten Entdeckungen, beſonders durch Crawford's darauf gebaueten Theorie bekannt. Ihre Methode iſt im Grunde mit der des Herrn Wilke einerley, nur abgekürzter und auf eine eigene Betrachtung gegründet. Setzt man nähmlich die Maſſen zweyer Subſtanzen M und m, ihre Temperaturen T und t die

Wärme-

Wärmemengen, welche jeder Subſtanz zugeführt werden müſſen, um ihre Temperatur um 1 Grad zu erhöhen, μ und ν, und die Temperatur ihrer Miſchung = x, ſo wird der wärmere Körper, der um T — x Grade erkaltet wird, und für jeden Grad μ verliert, in ſeiner ganzen Maſſe zuſammen $M\mu$ (T — x) verlieren; dagegen wird der kältere, welcher um x — t Grad erwärmt wird, und für jeden Grad ν Wärmemengen erhält, in ſeiner ganzen Maſſe m zuſammen $m\nu$ (x — t) bekommen. Nun wird aber vorausgeſetzt, daß gar keine freye Wärme verloren gehe, ſondern vielmehr die Wärmemengen vor und nach der Miſchung ſich gleich bleiben; woraus alſo folgt, daß der Verluſt des wärmern Körpers genau ſo groß ſeyn müſſe, als der Gewinn an Wärme, den der kältere macht; folglich iſt

$$M\mu\ (T - x) = m\nu\ (x - t) \text{ und}$$
$$\mu : \nu = (x - t)\ m : (T - x)\ M.$$

Könnte man nun ferner annehmen, daß μ und ν für einen jeden Grad gleich viel betragen, ſo würden die Wärmemengen, welche nöthig wären, um die Temperatur beyder Körper um gleich viel zu ändern, oder ihre comparative Wärme in dem Verhältniſſe (x — t) m : (T — x) M, und wenn die Maſſen M und m gleich ſind, in dem Verhältniſſe x — t : T — x ſeyn: d. h.

Die ſpecifiſchen Wärmen zweyer Körper von gleichen Maſſen ſind im umgekehrten Verhältniſſe des Unterſchiedes zwiſchen der freyen Wärme ihrer Miſchung (x) und der freyen Wärme eines jeden vor der Miſchung (T und t) *).

Wenn die ſpecifiſche Wärme des Waſſers = 1 geſetzt wird, ſo wird für eine jede Subſtanz, wenn die andere, das Waſſer, von der Temperatur t iſt, die ſpecifiſche Wärme $= \frac{m\ (t - x)}{M\ (T - x)}$, die relative $= \frac{m\ (t - x)}{M\ (T - x)}$ · g. Nimmt man

*) S. *Magellan* eſſai ſur la nouvelle théorie du feu élémentaire et de la chaleur des corps, à Lond. 1780. 4.

man nach Wilkens Methode die Temperatur $t = 0$, d. i., die des eiskalten Waſſers an der ſchwediſchen Skale, ſo verwandelt ſich der Ausdruck bey gleichen Maſſen in $\frac{x}{T - x}$, wie oben ſchon gefunden worden.

Black und Irwine miſchten ein Quartier ſiedendes Waſſer mit einem Quartier eiskalten Queckſilber, und fanden die Temperatur der Miſchung 140° Fahrenh. Da hier alſo die Maſſen ungleich ſind, und das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers vierzehn Mahl größer als das des Waſſers iſt, ſo iſt $M = 14$ und $m = 1$. Alſo wird das Verhältniß der ſpecifiſchen Wärmen des Queckſilbers und des Waſſers
$1.(140-214) : 14 (32-140) = 72 : 14 . 108 = 1 : 21$.
Dieſen Verſuch ſollen die erwähnten Herren zu Glasgow vor Wilken gemacht haben.

Nach dieſen Grundſätzen hat man die ſpecifiſchen Wärmen mehrerer ungleichartigen Subſtanzen unterſucht, und die Reſultate derſelben in Tabellen gebracht. Einer von den erſten, welcher mit vieler Sorgfalt die ſpecifiſche Wärme verſchiedener Körper zu beſtimmen geſucht hat, war Crawford; noch mehr aber beſchäftigte ſich Kirwan mit dieſem Gegenſtande, und brachte die Reſultate zuerſt in eine Tabelle, welche er ſeinem Freunde Magellan mittheilte, der ſie in ſeiner angeführten Schrift bekannt machte. Eine vollſtändigere Tabelle findet ſich beym Bergmann *), und aus ſelbigem beym Baader β). Eine neuere Tabelle, mit vielen eigenen Verſuchen vermehrt, gibt Gadolin γ). Die Herren Lavoiſier und la Place haben die Angaben der Tabellen noch mehr zu berichtigen geſucht, und ſelbſt Crawford hat in der neuen Ausgabe ſeines Werkes die vormahligen angeführten Reſultate beträchtlich abgeändert.

Verſuche dieſer Art erfordern viel Genauigkeit, wenn die Reſultate von der Wahrheit nicht zu viel abweichen ſollen. Man

α) De attract. elect. in Opuſc. Vol. III. p. 437.
β) Vom Wärmeſtoff. S. 129 f
γ) De theoria caloris corporum ſpecifici. Aboae 1784. 4. p. 13.

Man muß dabey Queckſilberthermometer gebrauchen, welche nicht allein ſehr genau, ſondern auch ſehr empfindlich ſind; ferner muß auch diejenige Wärme, welche während der Vermengung an die umgebende atmoſphäriſche Luft abgeſetzt wird, mit in Rechnung gebracht werden; die kältere Subſtanz muß die Temperatur der Luft im Zimmer haben, damit ſie beym Hinzubringen zu der wärmern nichts davon verliere; außerdem aber muß die ſpecifiſche Wärme des Gefäßes, worin die Vermengung vorgenommen wird, gehörig beſtimmt, und der Einfluß deſſelben in Anſchlag gebracht werden; endlich muß man die Unterſchiede der ſehr niedrigern Temperaturen ſo wohl, als der ſehr großen vermeiden, und die Volumina der Körper ſo viel als möglich gleich nehmen. Eine Hauptregel dabey aber iſt, keine ſolche Subſtanzen mit einander zu vermengen, welche eine chemiſche Wirkung auf einander äußern, ſich wechſelſeitig auflöſen, oder ihre Form ändern, oder ein zuſammengeſetztes neues Produkt geben, weil dabey aus den Körpern ſelbſt Wärme frey oder verſchluckt werden kann, welche die berechnete Temperatur entweder erhöhen oder vermindern. Wegen der Nichtbeobachtung dieſer Hauptregel ſind daher bey **Crawford's** Erfahrungen diejenigen Reſultate zu verwerfen, welche er bey der Beſtimmung der comparativen Wärme der Metallkalke, der Aſche, des Holzes, der brennbaren Luft, des Weizens, der Hafergrütze, der Bohnen, der Gerſte, des Fleiſches, des Blutes u. a. herausbringt; eben ſo auch diejenigen Reſultate, welche andere bey der Vermiſchung mit Waſſer und Salzen, Säuren, Alcohol und Eis erhalten haben.

Herr **Gren** hat folgendes Verzeichniß der ſpecifiſchen Wärmen verſchiedener Körper gegen die zur Einheit angenommene des Waſſers bey gleichen Gewichten und Volumen mitgetheilt; dabey aber alle diejenigen Stoffe weggelaſſen, bey deren Unterſuchung die vorige angeführte Hauptregel außer Acht gelaſſen worden:

	ſpeciſiſches Gewicht	ſpeciſiſche Wärme		
		bey gleichem Gewicht	bey gleich. Volumen	
Waſſer	1,000	1,000	1,000	
Gold	19,040	0,050	0,966	Wilke
Bley	11,456	0,042	0,478	—
Silber	10,001	0,082	0,833	—
Wißmuth	9,861	0,043	0,427	—
Kupfer	8,784	0,114	1,027	—
Meſſing	8,356	0,116	0,971	—
Eiſen	7,876	0,126	0,993	—
Zinn	7,380	0,060	0,444	—
Zink	7,154	0,120	0,735	—
Spießglaskönig	6,170	0,063	0,390	—
Agath	2,643	0,195	0,517	—
weißes Glas	2,386	0,187	0,448	—
Queckſilber	14,000	0,047	0,658	Black
Flintglas	3,329	0,174	0,597	Crawford
Terpentinöhl	0,792	0,472	0,373	—
Baumöhl	0,913	0,710	0,648	—
Leinöhl	0,928	0,528	0,490	—
Schwefel	1,800	0,183	0,329	—
roher Kalkſtein	=	0,256	=	
gebrannter Kalk	=	0,245	=	
atmoſphäriſche Luft	=	1,796	=	
Lebensluft	=	4,749	=	
phlogiſtiſirte Luft	=	0,793	=	
fixe Luft	=	1,045	=	

Alle dieſe Angaben, wenn man ſie auch für richtig annehmen wollte, drucken eigentlich nichts weiter, als das Verhältniß aus, nach welchem ſich alle Zuſätze von freyer Wärme unter ungleichartigen Körpern vertheilen, oder zu vertheilen ſtreben. Allein man erlaubt ſich auch, hieraus auf das Verhältniß aller in den Körpern befindlichen Wärmetheilchen, oder ihrer abſoluten Wärme, zu ſchließen. Hierbey müßte nun vorausgeſetzt werden, daß das Verhältniß der ſpeciſi-

ſpeciſiſchen Wärme durch alle mögliche Temperaturen unverändert bliebe. Setzte man die abſoluten Mengen von Wärme zweyer Körper von gleicher Maſſe = Y und y, ſo wäre das Verhältniß ihrer ſpeciſiſchen Wärme = dY : dy; wenn nun dieß Verhältniß einen unveränderlichen Exponenten ε hätte, und im wärmeleeren Körper Y und y zugleich = o wären, ſo müßte aus dY = εdy auch Y = εy folgen, oder die abſoluten Wärmen würden in dem nähmlichen Verhältniſſe wie die ſpeciſiſchen ſeyn. Dieſer Schluß würde aber vorausſetzen: 1) daß man diejenige Wärme, welche auf die Formänderung der Körper verwendet wird, beſonders in Rechnung bringe, weil dieſe nicht mehr frey wirkt, und ſich folglich bey denjenigen Verſuchen, wodurch die ſpeciſiſchen Wärmen beſtimmt ſind, nicht hat zeigen können; 2) daß das Verhältniß der ſpeciſiſchen Wärmen bis zur abſoluten Kälte völlig unverändert bliebe. Durch dieſe Vorausſetzungen aber wird der Schluß auf die Verhältniſſe der abſoluten Wärmen nicht ſicher, indem ſich die Menge der verſchluckten Wärme ſchon durch eine größere Verdichtung oder Verdünnung der Subſtanzen ändert.

Wilke und Crawford hielten die ſpeciſiſche Wärme für eine Fähigkeit, Wärme aufzunehmen, und in eben dem Maße wieder von ſich zu geben. Hieraus folgt aber noch nicht, daß ſich die ſpeciſiſchen Wärmen wie die wirklich aufgenommenen Wärmemengen verhielten. Vielmehr haben Lavoiſier und la Place eine ganz andere Methode angegeben, die abſoluten Wärmemengen zu entdecken, und ihre Angaben weichen auch in der That von den Verhältniſſen der durch die Mengung gefundenen ſpeciſiſchen Wärmen ab. M. ſ. Wärmemeſſer.

Einen ganz andern Begriff von der ſpeciſiſchen Wärme machen ſich Magellan und Bergmann. Nach ihrer Vorſtellung iſt ſie der einem jeden Körper zugehörige Wärmegehalt, welcher weder dem Gefühl noch dem Thermometer bemerkbar iſt. Nur der Ueberſchuß über dieſen ſpeciſiſchen Wärmegehalt eines Körpers bewirkt die Empfindung der Wärme.

Von dieſer empfindbaren Wärme glaubt Magellan, daß ſie ſich, wie Boerhaaven's Elementarfeuer, unter alle gleich warme Körper nach dem Verhältniſſe der Räume gleichförmig vertheile. Nach ſeiner Idee hängen die Wärmetheilchen der ſpecifiſchen Wärme an den Oberflächen der Atomen, die freye oder empfindbare Wärme hingegen läßt er frey durch die Zwiſchenräume hindurchgehen. Nimmt man nun an, daß gleiche Maſſen von Queckſilber und Waſſer durch Zuſätze, welche ſich wie 1 zu 21 verhalten, gleichviel an fühlbarer Wärme zunehmen, ſo muß man ſich dabey die Vorſtellung machen, als ob jeder Atom des Queckſilbers um 1 Theil ſpecifiſchen Wärmegehalt mehr annähme, wenn jeder Atom des Waſſers 21 Theile annimmt. Wenn nun dieß bey allen möglichen Temperaturen unveränderlich iſt, ſo wird der ganze empfindbare, d. i. hier der ſpecifiſche Wärmegehalt in jeder Maſſe Queckſilber 21 Mahl geringer ſeyn, als in einer gleichen und gleichwarmen Maſſe Waſſer u. ſ. f. Es ſollen alſo nach dieſer Vorſtellung die Angaben der Tabellen Verhältniſſe der Wärmemengen ausdrücken, welche von den verſchiedenen Subſtanzen gebunden werden, oder fürs Thermometer verloren gehen. Die nähmliche Vorſtellung macht ſich auch Kirwan [α]) hiervon. Dagegen läugnen aber andere die Bindung der Wärmematerie, und ſuchen Alles auf die Vermehrung und Verminderung der Capacität zurück zu bringen.

Nach Crawford entſteht die große Menge von empfindbarer Wärme, welche bey der Verbrennung u. ſ. w. ſich entwickelt, bloß durch die verminderte Capacität der reinen Luft. Nach ſeinen vormahligen Angaben wird dieſe Wärme durch Verbindung mit dem Phlogiſton des brennenden Körpers von 87 auf 0,27, d. i., auf ihren 322ſten Theil herabgeſetzt, welches die freye Wärme 322 Mahl vergrößert. Allein ſchon Herr de Lüc [β]) hat dagegen erinnert, wenn die Wärme

α) Verſ. u. Beobacht. über die Salze und das Phlogiſton. A. dem Engl. von Crell. Berlin u Stett. 1783. Vorber.

β) Neue Ideen über die Meteorologie. §. 166.

Wärme eine wirkliche Subſtanz ſey, welche die Ausdehnung bewirke, ſo müſſe man die Capacität der Körper gegen die Wärme vielmehr nach den Räumen, nicht aber nach den Maſſen vergleichen; nähme man indeſſen die Luft in demſelben Volumen, wie das des Waſſers, ſo würde die Luft ungefähr nur $\frac{1}{43}$ ſo viel Wärme als das Waſſer hergeben, und dieß ſey viel zu geringe, um aus den darin vorgehenden Veränderungen die große Hitze der Flamme herzuleiten. De Lüc's Einwurf ließe ſich nun zwar nach Crawford's Theorie leicht beantworten; allein Crawford ſelbſt hat nach neuern Verſuchen die Capacitäten der dephlogiſtiſirten und atmoſphäriſchen Luft auf $4\frac{1}{3}$ und $1\frac{4}{5}$ herabgeſetzt, und dagegen die phlogiſtiſirte und fixe auf $\frac{4}{5}$ und $1\frac{1}{20}$ erhöht. Nach dieſer Angabe wird alſo die Capacität der dephlogiſtiſirten Luft, wenn ſie ſich in phlogiſtiſirte verwandelt, nur 6 Mahl geringer u. ſ. f. Ein ſo beträchtlicher Unterſchied dieſer Beſtimmungen von den vormahligen Angaben kann unmöglich ein günſtiges Vorurtheil für die Richtigkeit derſelben erwecken. Außer dem kommt noch hinzu, daß die gebrauchten Veränderungen der Temperatur bey den Verſuchen ſelbſt ſehr klein waren, und kaum $\frac{1}{10}$ eines Fahrenh. Grades überſtiegen.

Herr Gren bemerkt *), es ſey mit Recht in die Zahlen in den Tabellen über die ſpecifiſche Wärme der Körper, die wir in den neuern Zeiten erhalten hätten, ein Mißtrauen zu ſetzen, da man ſich durchaus zu den Verſuchen, worauf ſie ſich gründeten, ſolcher Materien, z. B. des Waſſers, bedient habe, die ihre Form durch Abänderung der Temperatur änderten, oder ſonſt chemiſch auf einander wirkten. Er glaube daher immer noch, daß die ſpecifiſche Wärme der Körper ſich verkehrt verhalte wie die ſpecifiſchen Gewichte der Körper, und halte alſo Boerhaaven noch nicht widerlegt, welcher annahm, daß ſich die abſoluten Quantitäten des freyen Wärmeſtoffs in ungleichartigen Körpern bey gleichen Temperaturen derſelben verhielten, wie die Volumina der Körper; welcher Satz gleichbedeutend mit jenem ſey. Bey

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. S. 553.

dem Beyſpiele von Queckſilber und Waſſer dürfte die gemeinſchaftliche Temperatur nach der Vermengung des 1 Pfund Queckſilbers von 110° Fahrenh. und des 1 Pfund Waſſers von 44° Fahrenh. ſtatt 47 Grad nur $48\frac{1}{2}$ Grad werden (wie es in der Wirklichkeit auch wohl ſeyn könnte, wenn der entweichende Waſſerdampf keine Wärmetheilchen fortführte, oder die ſich zerſtreuenden Wärmetheile ſonſt beſſer in Anſchlag gebracht werden könnten), und dann würde die Rechnung der ſpecifiſchen Wärme des Queckſilbers zu der des Waſſers, wie 48,5 — 44 : 110 — 48 5 = 4,5 : 61,5 = 1,000 : 13,677, oder verkehrt wie ihre ſpecifiſchen Gewichte.

M. ſ. Baader vom Wärmeſtoffe. Wien u. Leipz. 1786. 4. B. I. XI. XII. S. 103 f. Gren Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 549 ff.

Wärme, thieriſche (calor animalis ſ. vitalis, chaleur animale). Die ſo genannten warmblütigen Thiere bringen aus ſich ſelbſt eine freye Wärme hervor, welche zur Fortdauer ihres Lebens nothwendig erforderlich iſt, ſo daß ihre Theile, wenigſtens im Innern, ſich beſtändig in einem ſolchen Wärmegrade befinden, der die Temperatur des umgebenden Mittels überſteigt. Zu den warmblütigen Thieren gehören außer dem Menſchen alle Säugethiere und Vögel; die Amphibien und Fiſche hingegen beſitzen ſchon eine weit geringere, oft ganz unmerkliche Wärme, und können daher ſchon kaltblütig genannt werden. Was aber die Inſekten und Gewürmer betrifft, ſo nehmen dieſe ganz die Temperatur der Atmoſphäre an, wie wohl die Bienen davon eine Ausnahme machen.

Der Sitz der thieriſchen Wärme liegt im Blute, und wird durch Circulation deſſelben den Theilen des Körpers mitgetheilt. In Krankheiten, die an einigen Stellen den Umlauf des Blutes unterbrechen, ſind alle Mahl dieſe Stellen mit Kälte begleitet, ſo wie diejenigen Glieder, deren Pulsadern unterbunden ſind, ebenfalls kalt werden. Bey den Menſchen beträgt die Wärme nach genauen Beobachtungen

von Briſſon im geſunden Zuſtande 32½ Grad des Reaumur. Weingeiſtthermometers, welches nach de Lüc mit 29,9 Grad am Queckſilberthermometer von 80 Graden, oder mit 99¼ nach Fahrenh. übereinſtimmt. Auch Martine gibt nach wiederhohlten Beobachtungen 99 Grad Fahrenh. an. Sonſt kann aber der menſchliche Körper ſchon in den gemäßigten Himmelsſtrichen die gewöhnlichen Veränderungen der Temperatur von 86 bis 16 Grad nach Fahrenh. ſehr leicht und ohne merkliche Aenderung der innern Wärme vertragen.

Da alſo die Blutwärme des Menſchen bey ſo großen Veränderungen des ihn umgebenden Mittels keine merkliche Aenderung erleidet, ſo muß ſich in dem innern Körper beſtändig ſo viel freye Wärme erzeugen, als zur Erſetzung des Verluſtes, welchen der menſchliche Körper durch die Berührung des umgebenden kältern Mittels erleidet, nöthig iſt. Setzt man nähmlich die beſtändige Blutwärme 99 Grade, ſo wird bey 60° der Atmoſphäre die eigene oder ſelbſt erzeugende Wärme 39 Grade betragen müſſen; und bey der Temperatur der atmoſphäriſchen Luft von 16 Grad wird eine Erzeugung der Wärme von 83 Grad erforderlich ſeyn. Wenn indeſſen die Grade der Kälte ſehr heftig werden, und dabey der thieriſche lebende Körper ohne ſonderlich große Bewegung iſt, ſo wird auch die innere Wärme nach und nach geringer; endlich erfriert er, wenn er der Kälte allzu lange ausgeſetzt iſt. Gleichwohl gibt es Oerter, wo die Kälte bisweilen zum wenigſten den Gefrierpunkt des Queckſilbers oder — 40 Grad erreicht, und doch Menſchen und Thiere leben. Blieb auch hierbey die Blutwärme nicht völlig auf ihren gewöhnlichen 99 Graden, ſo wird man ſie doch auch nicht unter 92 Grade finden, ſo daß beſtändig eine innere Wärme von wenigſtens 132 Graden erzeugt werden muß.

Was die Grade der Hitze anbetrifft, welche die Menſchen ausſtehen können, ſo hat Tillot *) gefunden, daß ſie in einer bis zum Siedpunkte erhitzten Luft eine viertel Stunde lang aushalten können. Andere Verſuche von Fordyce, Banks

*) Mémoir. de Paris 1764.

Banks und Solander hat Blagden *) mitgetheilt. Fordyce ließ durch heiße Waſſerdämpfe Zimmer erhitzen, und dauerte im bloßen Hemde und in hölzernen Schuhen 5 Minuten lang in 90 Graden, hierauf 10 Minut. in 110, und alsdann noch 20 Minuten lang in 120 Grad. Hitze. Ein Thermometer unter ſeiner Zunge oder in ſeiner Hand ſtand dabey auf 100 Grad, und dieß war auch die Wärme ſeines Urins. Bey einem andern Verſuche hielt er 15 Minuten in 119 Grad, und hierauf 15 Minuten in 130 Grad Hitze aus; ſeine eigene Wärme aber überſtieg nie die Wärme von 100 Graden. In einem durch einen eiſernen Ofen geheizten Zimmer konnte eine ganze Geſellſchaft 20 Minuten lang ausdauern, obgleich die Hitze 120 Grad erreicht, und keine Perſon ſich entkleidet hatte. Nachher hielt man 10 Minuten lang eine Hitze von 150 Graden aus. Ferner konnten Solander eine Hitze von 210 und Banks eine von 211 Grade abhalten, und letzterer getrauete ſich eine noch größere Hitze auszuſtehen, ob er gleich Weingeiſt nur 130, Oehl 129, Waſſer 123, und Queckſilber 117 Grade heiß erleiden konnte. In den Zimmern vermochte keiner ſeine Uhrkette vor großer Hitze zu berühren; die Kleidung aber machte ſie eher erträglich, und hielt ſie etwas von dem Körper ab. Das Sonderbare bey dieſen Verſuchen erklärt ſich zum Theil aus der ſchlechten Leitung der Wärme der Luft; daher dem Körper durch ihre Berührung bey weitem nicht ſo ſchnell Wärme entzogen und mitgetheilt wird, als durch die Berührung von gleich heißem oder gleich kaltem Weingeiſt, Waſſer, Queckſilber u. ſ. f. Gleichwohl iſt Blagden der Meinung, daß dieſen Verſuchen zu Folge der thieriſche Körper nicht allein ein Vermögen beſitze, Wärme aus ſich zu entwickeln, ſondern auch den Ueberſchuß derſelben zu zerſtören, und überhaupt einen unveränderlichen Grad von fühlbarer Wärme zu erhalten.

Uebrigens beweiſen eine unendliche Menge von Erfahrungen, daß die vom Herzen entferntern Theile, worin die Menge

*) Philoſ. Transact. Vol. LXV. P. I. n. 12.

Menge des Blutes geringer und ſein Umlauf langſamer iſt, von der Beſtändigkeit der innern Wärme am meiſten abweichen, und die Temperatur der äußern ihnen berührenden Mittel ſchneller und ſtärker annehmen. So erſtarren ſchon bey mäßiger Kälte Hände, Füße, das Geſicht u. dgl., wenn die innern Theile immer noch eine unveränderte Wärme behalten.

Durch Krankheiten kann dieſer beſtändige Grad der innern Wärme abgeändert werden; allein der Unterſchied iſt doch nie beträchtlich, und nach den Beobachtungen des Martine ſteigt die ſtärkſte Fieberhitze nicht über 105 bis 108 Grade.

Ueber die Erzeugung und den Urſprung der innern Wärme im thieriſchen Körper ſind die Meinungen der Aerzte und Naturforſcher gar ſehr verſchieden geweſen. Die Alten nahmen an α), daß dem Herzen eine eigene Wärme zugehöre, welche das Blut erhitze ohne ihren Urſprung weiter zu unterſuchen. Selbſt Carteſius β) glaubte noch mit den Alten, daß dem Herzen eine angeborne Wärme (calor inſitus) zukomme.

In der chymiſchen Schule hatte man indeſſen angefangen, den Grund der Blutwärme in Aufbrauſungen oder Gährungen zu ſetzen. So hielt van Helmont die Miſchung des Schwefels mit dem flüchtigen Salze, und Sylvius de la Boe die Miſchung des dem Körper eigenthümlichen urinöſen Blutes mit der Säure des Nahrungsſaftes für die Urſache eines mit Hitze begleiteten Aufbrauſens. Dagegen aber hatte man den Einwurf gemacht, daß man kein Aufbrauſen des Blutes bemerke. Dieſen Einwurf ſuchte Homberg γ) dadurch zu heben, daß er verſchiedene Verſuche mit flüchtigen Alkalien und Säuren angeſtellt hatte, welche nicht ohne Unterſchied ein Aufbrauſen in ihrer Vermiſchung hervorbrachten; es ſchien dieß erſt bemerkbar zu werden,

wenn

α) *Hippocrat.* de diaeta l. I. tract. de corde. *Galen.* de vſu part. l. VII. c. 9. 21. de temperamentis II. 3.
β) De homine und de formatione foetus.
γ) Memoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris. 1709.

wenn ein freyer Zutritt der Luft Statt fand. Nach Cromwell Mortimer's α) Meinung ſoll durch die Gährung Luft aus dem Blute entwickelt werden, welche das Feuer in Bewegung ſetze. Hamberger β) leitet die Blutwärme von der Auflöſung ſeiner ſchwefelartigen Theilchen in den laugenartigen her, und ſucht ſie mit den Erhitzungen der in Gährung begriffenen Stoffen zu vereinigen. Auch andere engliſche Aerzte haben auf eine ähnliche Art die Urſache der Blutwärme in dem beſtändigen Hange deſſelben zur Fäulniß geſucht. Allein alle nachherige Beobachtungen haben gegen dieſe angeführten Meinungen hinreichend gelehrt, daß ſich das Blut mit dem Nahrungsſafte ſehr ruhig, ohne alles Aufbrauſen, vermiſchen läßt.

Die mechaniſche Schule glaubte dagegen die Erzeugung der innern Wärme durch die Bewegung des Bluts und durch das daher entſtehende Reiben deſſelben herzuleiten. Unter andern haben beſonders dieſe Meinung Boerhaave γ) und Georg Martine δ) vertheidigt. Ihre vorzüglichen Gründe ſind dieſe: daß durch Bewegung ſtets mehr Wärme erzeugt werde, und daß die Bewegung bey großen Graden der Kälte das einzige Mittel ſey, dem Erfrieren zu entgehen; ferner daß der ſchnellere Pulsſchlag beſtändig mit mehr Wärme begleitet ſey; daß die Wärme durch mehrere Feſtigkeit und Dichtigkeit der Gefäße zunehme, z. B. bey Erwachſenen größer, als bey Kindern ſey; daß Alter und Krankheiten, wodurch der Pulsſchlag vermindert werde, alle Zeit Kälte erzeuge, daß im erſtarrten Körper immer Wärme ſich wieder einfinde, wenn durch irgend einen Reiz die Bewegung des Herzens und der Umlauf des Blutes wieder reger gemacht werde u. ſ. f. Daraus ſchloß man, daß ſich die Wärme gerade wie die Geſchwindigkeit des Blutes, und verkehrt wie der Durchmeſſer der Gefäße verhalte. Man erklärte

α) Philoſ. Trans. num. 467. überſ. im Hamburger Magazin, B. I, S. 291.
β) Phyſiologia medica. Ienae 1751. 4. p. 25.
γ) Inſtitut. rei medicae.
δ) De animalibus ſimilibus et animalium calore libri II. Lond. 1740. 8.

klärte daher, warum die Wärme in den verſchiedenen Theilen des Körpers einerley ſey, weil in den größern Gefäßen größere Geſchwindigkeit mit weniger Reibung, in den kleinern hingegen geringere Geſchwindigkeit mit mehr Reibung verbunden ſey; ingleichen, warum kleine Thiere dieſelbe Wärme, wie die großen beſitzen, weil ſich die gleichgroßen Blutkügelchen in den engern Gefäßen der kleinen Thiere ſtärker unter einander reiben müßten u. ſ. f.

Allein alle dieſe angeführten Gründe ſind bey weiten nicht hinreichend, die Erzeugung der thieriſchen Wärme durch die angeführten mechaniſchen Operationen zu erklären. Geſetzt auch, das Blut bewegte ſich mit einer Geſchwindigkeit von $2\frac{1}{2}$ Fuß in einer Sekunde, ſo iſt doch allgemein bekannt, daß andere Flüſſigkeiten gar keine Wärme hervorbringen, wenn ſie gleich mit weit größerer Geſchwindigkeit und ſtärkerer Reibung durch überaus enge Gefäße getrieben werden. Auch ſteht die Wärme nicht mit der Geſchwindigkeit des Pulſes im Verhältniſſe. Bey den Verſuchen des Solander und Banks ſtieg die Anzahl der Pulsſchläge in den ſehr großen Graden der Hitze auf 136 bis 144, und gleichwohl ward die innere Wärme des Körpers nicht anſehnlich vermehrt. Ja, es haben ſo gar die praktiſchen Aerzte bey Fiebern geringere Wärme bey einer größern Anzahl von Pulsſchlägen wahrgenommen α). Auch ſchließt Hunter β) aus ſeinen Verſuchen über das Erfrieren der Thiere, daß die innere Wärme nicht ihren Grund in der Circulation des Blutes haben könne, weil auch ſolche Thiere der Kälte widerſtehen, in welchen kein Umlauf des Bluts Statt hat.

Nach Rogert Douglas γ) entſtehe die thieriſche Wärme aus der Friktion der Blutkügelchen in den feinen haarröhrenartigen Blutgefäßen, deren Weite geringer iſt, als

α) S. Anton Rolandſon Martin thermometr. Bemerk. über die Wärme im menſchlichen Körper, in den ſchwed. Abhandl. B. XXVI. S. 299. de' *Haen* rat. medendi. To. II. p. 163. 164.

β) Philoſoph. Transact. Vol. LXV. P. II. n. 43.

γ) Eſſay concerning the generation of heat in animals. Eſſai ſur la generation de la chaleur des animaux. trad. de l'Angl. Paris 1751. 8.

als der Durchmeſſer der Blutkügelchen. Es werden nähmlich dieſe feinen Gefäße durch die äußere Wärme ſo weit erweitert, daß die Blutkügelchen ungehindert und ohne Reibung durchgehen können, mithin entweder gar keinen Ueberſchuß, oder wenig über die äußere Temperatur hervorbringen; dagegen verengert die Kälte die Gefäße, und vermehrt dadurch das Reiben in dem nähmlichen Maße, in welchem ſie ſtrenger wird. Hieraus ſucht **Douglas** beſonders begreiflich zu machen, warum die Wärme des Blutes beſtändig ſey, und bey großer Wärme der äußern Luft faſt gar keine, in der Kälte hingegen viel innere Wärme erzeugt werde. **Briſſon** hat ſich bemühet, dieſe Theorie zu widerlegen, und bemerkt, daß die angeführte Veränderung der Gefäße durch die äußere Kälte eine leere Einbildung ſey, indem ſich die vom Reiben entſtandene Blutwärme den Gefäßen augenblicklich mittheilen, und ihren Durchmeſſer wieder erweitern müßte. Auch bemerkt **Haller** dagegen, daß bey den Fiſchen und Fröſchen die innere Wärme ſehr gering ſey, obgleich die feinen Gefäße dieſer Thiere enge genug ſind, um nur ein einziges Blutkügelchen zu faſſen, welches noch überdieß eine ovale Geſtalt annehmen muß, um durch zu gehen, in welchem Falle folglich eine große Wärme erzeugt werden müſſe, wenn ſie von dieſer Urſache herrühre.

John Caverrhill *) leitet die innere Wärme von der Wirkung der Nerven ab. Er machte nähmlich die Erfahrung, daß durch Verletzung des Rückenmarks bey einem Kaninchen der Puls geſchwächt und die Wärme beträchtlich vermindert ward. Allein hieraus läßt ſich in der That weiter nichts folgern, als daß durch dergleichen Lähmungen die innere Kraft des Lebens überhaupt geſchwächt werde, ohne eben daher ſchließen zu können, daß die eine Erſcheinung eine natürliche Folge der andern ſeyn müſſe. Andere haben auch die thieriſche Wärme von der Einwirkung der Elektricität herleiten wollen, wiewohl es gewiß iſt, daß viele kaltblütige

*) Experiments on the cauſe of heat in living animals and the velocity of the nervous fluid. Lond. 1770. 8.

blütige Thiere weit mehr Elektricität, als die warmblütigen, anzunehmen geſchickt ſind. Noch viele andere nehmen ein eigenes Princip des Lebens in der thieriſchen Oekonomie an, welches die Eigenſchaft beſitze, in verſchiedenen Körpern bey einerley Geſchwindigkeit des Bluts eine verſchiedene Wärme hervorzubringen.

Den weit glücklichern Gedanken, daß alle thieriſche Wärme durch die Wirkung der Luft beym Einathmen in den Lungen erzeugt, und von da aus durch die Cirkulation des Bluts dem ganzen übrigen Körper mitgetheilt werde, äußerte bereits **Stahl** α) mit der Bemerkung, daß er ihm ſchon ſeit dem Jahre 1684. eigenthümlich zugehöre. Er wußte freylich noch nicht zu erklären, wie dieſe Wirkung erfolge, obgleich ſchon der engliſche Arzt **Mayow** β) im Jahre 1668. das Athemhohlen dadurch erklärte, daß die Lungen der Thiere aus der Luft einen darin befindlichen Stoff (nach ihm Salpeter,) einſaugen, der in die Lebensgeiſter übergehe, und dem Blute Wärme mittheile. Nachher hat man auch die Beobachtung gemacht, daß alle warmblütige Thiere mit vollkommenen Lungen, und die Vögel, als die wärmſten, mit vorzüglich großen Lungen athmen, und daher weit mehr innere Wärme beſitzen, als ihnen die Temperatur der umgebenden Luft mittheilen könnte; daß hingegen diejenigen Thiere, welchen die Lungen fehlen, nicht wärmer als die Mittel ſind, worin ſie leben; und daß überhaupt mit dem ſchnellen Athemhohlen auch eine größere innere Wärme erzeugt werde. M. ſ. **Athmen.** Ueber dieß hatten auch mehrere Aerzte ſchon geglaubt, daß das Blut in den Lungen verdichtet und erwärmt werde, ſo wie Dr. **Black** ſeine Theorie der thieriſchen Wärme auf die Reſpiration gegründet hatte. Endlich entdeckte **Prieſtley** im Jahre 1774. daß die ausgeathmete Luft unter die phlogiſtiſirten Gasarten gehöre, und machte daraus den Schluß, daß das Athmen das Brennbare aus dem Körper ausführe. Dagegen meinte **Scheele** faſt zu gleicher Zeit

α) Theor. medica p. 228.

β) Tract. duo, de reſpiratione prior, alter de rhachitide. Oxon. 1668.

Zeit wahrgenommen zu haben, daß die Luſt vielmehr Brennbares in den Körper bringe.

Auch lehrte um dieſe Zeit Dr. Leslie α) eine Theorie der thieriſchen Wärme, welche nach ſeiner Ausſage von dem Dr. Duncan herrühren ſoll, wiewohl ſchon in der oben angeführten Abhandlung von Mortimer und in Franklin's Schriften ähnliche Gedanken vorkommen. Vermöge dieſer Theorie ſoll die Wirkung der Blutgefäße aus allen Theilen des thieriſchen Körpers allmählich Brennbares entwickeln, und eben hierdurch Wärme hervorbringen. Sein hauptſächlichſter Grund iſt dieſer, daß das Brennbare einen Hauptbeſtandtheil aller Nahrungsmittel, im Blute unſtreitig vorhanden, und die Urſache der Farbe desſelben, ſo wie der Farbe und des Geſchmacks der Galle ſey; daß der Nahrungsſaft eine rothe Farbe erhalte, ſo bald er nur kurze Zeit der Wirkung der Blutgefäße ausgeſetzt geweſen ſey, u. ſ. w. Zuletzt ſucht er den von Blagden angenommenen Satz, daß im thieriſchen Körper eine Kraft liegen müſſe, das Uebermaß der Wärme bey hohem Grade der Hitze zu zerſtören oder Kälte hervorzubringen, zu widerlegen, und leitet vielmehr die Beſtändigkeit der innern Wärme bey den Veränderungen der äußern Temperatur von der kälteerzeugenden Wirkung der verſtärkten Ausdünſtung in der Hitze, und von dem Reitz und der toniſchen Wirkung der Luſt auf die Fibern in der Kälte her.

Eine andere Theorie der thieriſchen Wärme ſtellte Crawford β) auf, welche er vorzüglich auf die nicht längſt gemachten Entdeckungen der latenten Wärme gründete, und daher beynahe allgemeinen Beyfall erhielt, beſonders da er ſie mit eigenen Erfahrungen zu unterſtützen ſuchte. Aus ſeinen Verſuchen über die comparativen Wärmen der Nahrungsmittel, des Blutes und der Gasarten zog er die Folge, daß

α) A philoſophical Inquiry into the cauſe of animal heat. Lond. and Edinb 1778 8.

β) Experim. and obſervat. on animal heat etc. Lond. 1779. 8. 1788. 8. überſ. durch Veranſtalt. des Herrn Crell. Leipz. 1789. 8.

daß die meiſten Nahrungsmittel weniger Capacität für die Wärme beſitzen, als das aus ihnen entſtandene arterioſe Blut; daß im Gegentheil die eingeathmete reſpirable Luft mehr Capacität für Wärme habe, als die ausgeathmete. Dadurch kam er auf den Gedanken, daß das Blut beym Athemhohlen Wärme aus der Luft in ſich nehme. In der neuern Ausgabe ſeines Werks hat er ſeine vormahligen Gedanken hier und da beträchtlich abgeändert, und ſie mehr nach den Vorſtellungen der Antiphlogiſtiker auszudrücken geſucht. Das Weſentlichſte ſeiner Theorie in Abſicht der thieriſchen Wärme beſteht nach dieſer Ausgabe kürzlich in Folgendem.

Die reſpirable Luft erleidet in den Lungen eine Aenderung, wodurch die Menge ihrer abſoluten Wärme faſt in eben dem Verhältniſſe vermindert wird, in welchem ihr Vermögen zur Erhaltung des thieriſchen Körpers abnimmt. Dieſe Veränderung erfolgt durch Verbindung der dephlogiſtiſirten Luft mit dem Phlogiſton, das aus dem Blute geſchieden wird, und beſteht darin, daß beynahe $\frac{1}{6}$ der reinen Luft in Waſſerdampf, und die übrige in fixe Luft verwandelt wird. Da nun die comparative Wärme der dephlogiſtiſirten Luft $4\frac{3}{4}$, die des Waſſerdampfs und der fixen Luft aber nur $1\frac{1}{2}$ und $1\frac{1}{20}$ iſt, ſo folgt, daß die ausgeathmete Luft kaum $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ von derjenigen Wärme behalte, welche ſie vor dem Einathmen enthielt, daß ſie folglich den größten Theil der Wärme in den Lungen zurücklaſſe. Bey einem Verſuche mit dem arterioſen und venoſen Blute, wovon jenes aus der Carotis, dieſes aus der Droſſelader eines Schafes abgezapfet war, fand **Crawford** die comparative Wärme beyder im Verhältniſſe 23:20, und bey mehreren Verſuchen mit dem Blute von Hunden im Verhältniſſe 114:110. Da alſo hiernach dasjenige Blut, welches aus der Lungenblutader zum Herzen zurückſtrömt, eine größere Capacität hat, folglich auch eine größere Menge von abſoluter Wärme in ſich faßt, ſo muß es beym Durchgange durch die Lungen Wärme aufnehmen, und dieſe iſt eben diejenige, welche die Lunge aus der eingeathmeten Luft erhielt, und welche daher aus der

Luft

Luſt in das Blut gebracht wird. Uebrigens nimmt Crawford an, daß die Capacität der Körper für die Wärme durch die Verbindung mit Phlogiſton vermindert, durch den Verluſt desſelben hingegen vermehrt werde, wiewohl er in der neuen Ausgabe ſeines Werks ſich mehr folgender Ausdrücke bedient, daß die Capacität derjenigen Körper, in welchen man Phlogiſton annehme, durch die Operation des Verkalkens, Verbrennens u. ſ. f. vergrößert werde. Hiernach würde alſo die Entſtehung der thieriſchen Wärme von einem chemiſchen Prozeſſe abhängen. Es wird nähmlich die reine Luft, die eine große Menge Wärme enthält, von der Lunge aufgenommen, zu gleicher Zeit kommt das Blut aus den äußerſten Enden der Gefäße mit dem Phlogiſton verſehen zurück; dieſes verläßt das Blut, um ſich mit der Luft zu verbinden; hierdurch wird aber die Capacität derſelben für die Wärme geringer, mithin wird der größte Theil ihrer Wärme in den Lungen abgeſetzt, den das Blut in ſich nimmt. Das arteriöſe Blut wird nun bey ſeinem Durchgange durch die Haarröhrchen wieder mit dem Phlogiſton angeſchwängert, mithin ſeine Capacität für Wärme vermindert. Daher muß das Blut bey der Circulation diejenige Wärme, die es in der Lunge aufnahm, nach und nach wieder abſetzen, und den Theilen des Körpers abgeben. Sonſt erklärt Crawford die Beſtändigkeit des Wärmegrades im thieriſchen Körper faſt eben ſo wie Leslie.

So großen Beyfall auch Crawford's Syſtem anfänglich erhielt, ſo iſt es doch nachher mit wichtigen Gründen beſtritten, und zuletzt ſeine Vorausſetzungen durch unläugbare Thatſachen widerlegt worden. M. ſ. Wärme, ſpecifiſche, Verbrennung. Einer der erſten, welcher dieſe Theorie beſtritt, war de Lüc. Auch Eduard Fryer *) hat wichtige Zweifel dagegen erhoben. Es iſt eine ausgemachte Wahrheit, daß alle diejenigen Verſuche ganz irrige Reſultate geben, bey welchen die mit einander vermengten Stoffe chemiſch auf einander wirken, wodurch ſich ihre Capacitä-

*) Diſſ. de vita animantium et vegetantium. Lugd. Batav. 1785. 8.

pacitäten während des Verſuchs ändern. Weil dieß der Fall iſt, wenn mehlige Samen, Fleiſch, Blut u. ſ. mit Waſſer vermiſcht werden, ſo laſſen ſich auch unmöglich die durch dergleichen Verſuche gefundenen Capacitäten und abſoluten Wärmen der Nahrungsmittel und des Blutes als richtig beſtimmt annehmen. In Anſehung der Gasarten ſind ihre Capacitäten durch ungemein geringe Veränderungen der Temperatur geſucht, welche nicht viel über $\frac{1}{10}$ Grad nach Fahrenh. ausmachen, und die ſo großen Abweichungen der neueren Beſtimmungen von den ältern ſind weiter keine guten Empfehlungen für die Zuverläſſigkeit derſelben. Die Beſtimmung der Capacität des Waſſerdampfes gründet ſich auf ein ſehr zuſammengeſetztes Verfahren, wobey es faſt unvermeidlich iſt, Fehler zu begehen, und über dieß iſt es wohl nunmehr ausgemacht, daß die beym Athemhohlen ſich zeigende fixe Luft nicht durch die Verbindung der reinen Luft mit Phlogiſton entſtehe. Es beruhen daher alle Hauptſtützen dieſer Theorie auf unſichern Gründen.

Herr Gren *), welcher Crawford's Theorie einer genauern Prüfung unterwarf, behauptete damahls, daß die vorzügliche Urſache der thieriſchen Wärme in der Verdauung und den übrigen Miſchungsveränderungen der Säfte beym Kreislaufe und den Secretionen liege, weil auch in andern unzähligen Fällen, außer dem thieriſchen Körper, durch Auflöſungen, Miſchungen, Gährung organiſcher Stoffe u. ſ. Wärme entbunden werde. Nach ſeiner Meinung werde derjenige der Kälte weit eher und länger widerſtehen, wer viele gut verdauende Speiſen zu ſich genommen habe, als wenn er bey leerem Magen noch ſo viel athmen, und die Wärmequelle in der eingeathmeten reinen Luft ſuchen wolle. Nach der Zeit aber hat er ſeine Meinung dahin abgeändert, daß er meint, durch das Einathmen der Luft werde der Sauerſtoff der Lebensluft mit dem Kohlenſtoffe des venöſen Blutes, und dagegen der Brennſtoff dieſes Blutes mit dem Wärme- ſtoffe

*) Journal der Phyſik. 1790. H. II. S. 196 f.

ſtoffe der Luft zur Wärme verbunden; nur ſey die Menge des Wärmeſtoffs zu geringe, um eine Wärme mit Licht, wie bey den Verbrennungen, zu erzeugen α).

Leop. Vacca Berlinghieri β) hat noch folgenden Einwurf gegen Crawford's Theorie erhoben. Die Capacität des Waſſerdampfes für die Wärme verhält ſich zu der des Waſſers wie 900:1, und die Capacität der atmoſphäriſchen Luft zu der des Waſſers wie 19:1; mithin iſt die Capacität des Waſſerdampfes gegen die der atmoſphäriſchen Luft, wie 900:19 = 47:1. Wäre demnach in der ausgeathmeten Luft nur $\frac{1}{47}$ Waſſerdampf enthalten, ſo würde ſchon dazu die ganze Menge der abſoluten Wärme der vorher eingeathmeten Luft gehören, um dieſem Waſſerdampfe diejenige Temperatur zu ertheilen, welche die eingeathmete Luft vorher beſaß, und für die ausgeathmete Luft würde gar keine Wärme übrig bleiben, ſie müßte folglich ſo kalt ſeyn, daß ſie augenblicklich das Queckſilber zum Gefrieren brächte. Gleichwohl ſetzt ſie noch empfindbare Wärme ab, und der Waſſerdampf, deſſen Quantität weit über $\frac{1}{47}$ des Ganzen ſteigt, iſt mit Wärmeſtoff überladen, das Blut hat Wärme erhalten, ohne diejenige zu rechnen, welche durch die Ausdünſtung verloren geht. Hieraus läßt ſich alſo begreifen, daß die eingeathmete atmoſphäriſche Luft dieſe Wärmemenge nicht habe hergeben können. Dieſe Berechnung wird nach den Angaben der zweyten Auflage von Crawford's Werke noch auffallender, wo die Capacität der atmoſphäriſchen Luft nur 1,8, mithin das Verhältniß 900:1,8 = 500:1; woher es ſcheint, als ob der Waſſerdampf alle Wärme der eingeathmeten Luft verſchlucken müſſe, wenn er auch nur $\frac{1}{500}$ der ausgeathmeten betrüge.

Ueber die Beſtimmung dieſer großen Angabe der Capacität hat Berlinghieri weiter keine Auskunft gegeben. Nach Craw-

α) Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie, Th. II. Halle 1797. 8. §. 1674.

β) Eſame della teoria del calore del celeb. Ingleſe *Crawford*, con alcune congetture ſopra la mediſima materia. Piſa 1787. 4.

Crawford's eigenen Verſuchen und Berechnungen iſt ſie nur 1,55; daher würde jenes Reſultat hiernach gänzlich umgeſtoßen werden. Allein es muß auch hier noch die unmerkbare Wärme mit in Rechnung gebracht werden, welche zur Dampfbildung verwendet wird, und die unter die von Crawford angegebene Capacität für Wärme nicht mit begriffen iſt; denn auch dieſe muß nach der Crawford'ſchen Theorie aus der atmoſphäriſchen Luft hergenommen werden. Nach Watt's Verſuchen beträgt aber dieſe verborgene Wärme ſo viel, daß ſie die Temperatur eines gleichen Gewichts Waſſer um 943 Grade des Fahrenh. Thermometers erhöhen könnte; daher allerdings Berlinghieri's Einwurf nicht ganz unwichtig zu ſeyn ſcheint.

Nach Ed. Rigby's *) Meinung entſteht die thieriſche Wärme zum Theil aus der atmoſphäriſchen Luft in den Lungen; zum Theil aber auch hauptſächlich durch die Verdauung im Magen und übrigen Speiſekanal, aus den zerſetzten Nahrungsmitteln. Er bemerkt, daß beym Verdauen eben ſo Wärme entbunden werde, als bey der Gährung, beym Keimen der Samen, und andern chemiſchen Veränderungen der thieriſchen und vegetabiliſchen Stoffe; daß in dem Magen eine vorzügliche Quelle der Wärme liege, beweiſet ſchon das Gefühl der Wärme in der Gegend deſſelben. Der Magen erzeuge die Wärme, durch die Haut gehe ſie wieder verloren; daher komme es, daß man im Sommer oder in heißen Gegenden beſtändig weniger Nahrung zu ſich nehme, als im Winter oder in kalten Ländern; ſo wie die Eßluſt der arbeitenden und der freyen Luft ausgeſetzten Perſonen ſtärker ſey, und der Hunger durch die Kälte vermehrt werde. Beym geſunden Zuſtande des Körpers herrſche ein Gleichgewicht zwiſchen Erſatz und Verluſt der Wärme; werde dieß geſtört, ſo entſtünden Krankheiten, z. B. Bleichſucht, Schwäche, Kälte, Zuſammenſchrumpfen von zu weniger Nahrung oder von Unfähigkeit zu verdauen; übermäßige Wärme, Neigung

Ff 2

*) Eſſay on the theory of the production of animal heat, Lond. 1785. 8.

gung zum Fettwerden und zu Entzündungskrankheiten von zu vieler Nahrung bey guter Verdauung, und von unterdrückter Ausdünſtung. Ueberhaupt ſey eine Abſetzung der Hitze in Fett wahrſcheinlich, weil ein Theil der aus den Nahrungsmitteln entwickelten Wärme in gebundenem Zuſtande in die körperliche Subſtanz aufgenommen, und daraus ein organiſcher Theil gebildet werde, welcher als Fett oder Zellſtoff in der Jugend zum Wachsthum beytrage, im reifern Alter aber die Körpermaſſe erhalte und erneuere. Der übrige Theil der Wärme verbleibe im freyen Zuſtande, und theile ſich in ſolchem der atmoſphäriſchen Luft mit. Rigby ſucht dieſe ſeine Theorie noch durch eine Menge von Beobachtungen zu beſtätigen, und die Erzeugung der thieriſchen Wärme aus der Verdauung und den Miſchungsveränderungen der Säfte überhaupt wahrſcheinlich zu machen [α]).

Dr. Peart [β]) ſucht die thieriſche Wärme aus ſeinem dualiſtiſchen Syſteme zu erklären (m. ſ. Materie). Die Nerven bringen nähmlich das Phlogiſton herbey, indem ſie die Muskelfaſer zur Bewegung reitzen, und ihr Saft, der aus Phlogiſton und Erde beſteht, zerſetzt wird; den Aether führt das Blut bey, welches durch die Muskeln ſtrömt, und ihn aus der atmoſphäriſchen Luft eingeſogen hat. Durch die Verbindung des Phlogiſtons mit dem Aether wird Bewegung der Muskelfaſern und Hitze bewirkt. Der Nervenſaft erhält ſein Phlogiſton aus den Nahrungsmitteln, welche ſämmtlich dergleichen enthalten. Die aus der Lunge ausgeathmete fixe Luft rührt nicht von der Zerſetzung der Lebensluft her, ſondern vielmehr von den ausdünſtenden Gefäßen der Lunge. Durch äußere Hitze wird zwar die Anzahl der Pulsſchläge vermehrt, aber nicht in gleichem Verhältniſſe mit der Anzahl der Athemzüge. Die Hitze iſt der Reitz, der das Herz in Bewegung ſetzt, und dieſe Bewegung iſt daher beſtändig in gleichem Verhältniſſe mit der erzeugten Hitze.

Nach

α) Gothaiſch. Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. und Naturg. B. IV. St. 4. S. 81.

β) The generation of animal heat inveſtig. Gainsborough 1788. 8.

Nach Girtanner *) wird die thieriſche Wärme durch den Sauerſtoff erzeugt, der ſich mit dem venöſen Blute verbindet, und ſich vermöge der Circulation in den Arterien durch alle Theile des Körpers verbreitet. Hier vereinigt er ſich mit den Theilen des Körpers, und der Wärmeſtoff wird frey. Dieſem gemäß entſteht alſo die thieriſche Wärme aus der Zerſetzung des mit dem Blute verbundenen Sauerſtoffgas.

Je größer die Lungen eines Thieres ſind, deſto größer iſt ſeine thieriſche Wärme. Am größten iſt dieſe Wärme bey den Vögeln, deren Athemhohlen unter allen Thieren am vollkommenſten iſt, indem die Luft ſogar bis in das Innere der Knochen dringt. Bey denjenigen Thieren, welche keine Lungen beſitzen, iſt die thieriſche Wärme ſehr geringe. Die thieriſche Wärme eines jeden Thiers ſteht im geraden Verhältniſſe mit der Menge von Sauerſtoffgas, welche dasſelbe in einer gewiſſen beſtimmten Zeit einathmet.

Wenn ein Thier in einem wärmern Medium Athem hohlt, ſo iſt der Unterſchied zwiſchen der Farbe ſeines venöſen und ſeines arteriellen Blutes nicht ſo groß, als wenn dasſelbe in einem kältern Medium Athem hohlt. In einem kalten Medium verbraucht ein Thier weit mehr Luft zum Athemhohlen, während derſelben Zeit, als in einem warmen Medium.

Menſchen, deren Bruſt breit und ausgedehnt iſt, haben wärmeres Blut, und ſind ſtärker und geſunder, als andere, weil ſie beſſer Athem hohlen. Daher ſind breitſchulterige Perſonen allemahl geſund und ſtark, Perſonen hingegen, deren Bruſt eng iſt, ſind allemahl ſchwächlich und kränklich.

Heftige Bewegung des Körpers in freyer Luft, und das durch dieſe Bewegung verurſachte ſchnellere Athemhohlen disponirt den Körper zu Entzündungskrankheiten, indem dadurch die thieriſche Wärme übermäßig vermehrt wird. In dem Fieberfroſte iſt das Athemhohlen kleiner und langſamer; in der Hitze des Fiebers iſt dasſelbe ſchnell und ſtark. Ent-

*) Abhandl. über die Irritabilität, aus Rozier journ. de phyſ. 1750. Juin p. 422. überſ. in Gren's Journ. der Phyſ. B. III. S. 317 f. 507 f.

ſteht ein Schweiß bey dem Fieber, ſo verbindet ſich ein Theil des entwickelten Wärmeſtoffs mit dem aus der Verbindung des Sauerſtoffs entſtandenen Waſſer, und die Fieberhitze nimmt ab.

M. ſ. *Halleri* de partium corp. human. fabrica et functionibus Bern. et Lauſ. 1778. 8. Tom. IV. lib. VI. ſect. III. §. 8 ſqq. *Briſſon* dictionnaire raiſonn. de phyſique, artic *chaleur animale.* Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berl. 1797. 8. Cap. 36.

Wärmemaas, ſ. **Thermometer.**

Wärmemeſſer, Eisapparat des Lavoiſier und la Place (apparatus glacialis, caloris menſuram exhibens, appareil de glace pour meſurer la chaleur). Hierunter verſteht man eine von **Lavoiſier** und **la Place** erfundene Einrichtung, theils die ſpecifiſche Wärme der Körper damit zu beſtimmen, theils die verhältnißmäßige Quantität des Wärmeſtoffs zu meſſen, welcher bey der Zerſetzung der Körper und ihrer Formänderung oder ſonſt beym Verbrennen frey wird. Die Erfinder gaben dieſer Vorrichtung den Nahmen **Calorimeter**, und entſchuldigten dieſe lateiniſch-griechiſche Benennung damit, daß es bey wiſſenſchaftlichen Gegenſtänden erlaubt ſey, die Reinigkeit der Sprache zu verletzen, wenn auf ſolche Art die Begriffe eine größere Deutlichkeit erhielten.

Die Methoden, welche die Herren **Wilke** und **Black** zur Beſtimmung der ſpecifiſchen Wärmen der Körper gebrauchten, (m. ſ. **Wärme, ſpecifiſche**) ſind zum Theil in der Ausübung unſicher und unbequem, zum Theil reichen ſie aber auch nicht zu, die Verhältniſſe der verborgenen Wärme zu finden, die bey chemiſchen Verbindungen der Stoffe, bey der Formänderung, beym Athmen, Verbrennen u. dgl. entbunden wird. Dadurch wurden gedachte Herren **Lavoiſier** und **la Place** veranlaßt, den Wärmemeſſer zu erfinden. Es war zwar ſchon **Wilke** auf denſelben Gedanken gekommen, die Wärmemenge durch die in einer gewiſſen Zeit geſchmolzene Menge von Eis zu beſtimmen; allein die Schwierigkeiten

keiten das vom Eiſe geſchmolzene Waſſer genau zu meſſen, die zu dieſen Verſuchen erforderliche Länge der Zeit, und die beſtändige Mittheilung von äußerer Wärme, welche das Eis durch die atmoſphäriſche Luft und die umgebenden Körper erhält, bewogen ihn, zu ſeiner Methode der Mengungen zurück zu kehren.

Lavoiſier und la Place *) gaben ſich aber Mühe, dieſe Schwierigkeiten auf eine ſinnreiche Art größten Theils aus dem Wege zu räumen, und erfanden ihr Calorimeter. Die Einrichtung desſelben gründet ſich auf folgende Grundſätze. Wenn man einen Körper, der eine Temperatur von 32° Fahrenh. hat, einer Temperatur von 88° ausſetzt, ſo erwärmt ſich derſelbe allmählich an ſeiner Oberfläche nach ſeinem Mittelpunkte zu, bis er eine Temperatur von 88°, wie das ihn umgebende Mittel, erhält. Ein Stück Eis, das man in eine Temperatur von 88° Fahrenh. ſetzt, erwärmt ſich nicht, ſondern ſeine Temperatur bleibt immer auf 32° ſtehen, d. h., auf dem Gefrierpunkte, und dieß ſo lange, bis das Eis geſchmolzen iſt. Stellt man ſich nun vor, eine Kugel von Eis befinde ſich in einer Temperatur von 54° Fahrenh., und in der Mitte dieſer Kugel befinde ſich ein erwärmter Körper, ſo folgt, daß der äußere Wärmeſtoff nicht durch das Eis in den innern Theil der Kugel wird eindringen können, ſondern der innere Wärmeſtoff wird beſtändig auf einander folgende Schichten von Eis ſchmelzen, ſo lange bis die Temperatur des in dem Mittelpunkte der Kugel enthaltenen Körpers = 32° ſeyn wird. Sammelt man nun alles das Waſſer, welches geſchmolzen wird, indem der Körper im Mittelpunkte der Kugel von ſeiner Temperatur bis zum 32° des Thermometers gelangte, ſo wird das Gewicht desſelben mit der Menge des Wärmeſtoffs, den der Körper während ſeiner Erkaltung verloren hat, genau im Verhältniſſe ſtehen. Denn durch zwey

*) Mémoir. ſur la chaleur; in d. Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. an 1780. Paris 1783. p. 355 ſqq. überſ. in Lavoiſier phyſikaliſch-chemiſchen Schriften von Weigel, B. III. Greifsw. 1785. 8. S. 292 u. f.

Mahl ſo viel Wärmeſtoff wird zwey Mahl ſo viel Eis geſchmolzen. Es iſt daher die Menge des geſchmolzenen Eiſes ein Maß der Menge des Wärmeſtoffs, durch welchen dasſelbe geſchmolzen wird. Die Einrichtung des Wärmemeſſers iſt nun folgende: In der Fig. 19. wird er im vertikalen Durchſchnitt vorgeſtellt, welcher das ganze Innere desſelben zeigt. Der ganze innere Raum hat drey Abtheilungen, welche man das innere, mittlere und äußere Fach benennen kann. Das innere Fach ffff iſt mit Eiſendraht wie ein Gitter begrenzt, welches durch Stützen von dem nähmlichen Drahte getragen wird. Sein oberer Theil wird durch einen Deckel (fig. 20.) verſchloſſen, welcher oben ganz offen, und unten ſtatt des Bodens ein Netz von Draht beſitzt, und ſich mittelſt eines darauf befindlichen Griffs abheben läßt, damit ſich die zum Verſuche beſtimmten Körper in das innere Fach bringen laſſen.

Das mittlere Fach (fig. 19.) bbbb wird mit Eis angefüllt, ſo daß der in dem innern Fache enthaltene Körper ganz damit umgeben iſt. Dieſes wird von dem Roſte (fig 21.) mm getragen, unter welchen das Haarſieb nn befindlich iſt. So wie nun die Wärme, welche aus dem Körper in dem innern Fache ausſtrömt, das Eis ſchmelzt, ſo fließt das Waſſer durch den Roſt und das Haarſieb, nachher läuft es an den Kegel (fig. 19.) ccd und der Röhre xy herunter, und ſammlet ſich in einem unter der Maſchine ſtehenden Gefäße. Durch den Hahn u läßt ſich das Abfließen des Waſſers nach Belieben verhindern.

Das äußere Fach aaaa endlich iſt ebenfalls dazu beſtimmt, Eis aufzunehmen, welches die Einwirkung der Wärme der äußern Luft und der umgebenden Körper abzuhalten dient; dieß aufgethauete Eiswaſſer läuft durch eine eigene Röhre ST, welche man mittelſt des Hahns r öffnen kann, in ein eigenes Gefäß. Uebrigens iſt noch die ganze Maſchine mit dem Deckel (fig. 22.) FF bedeckt, welcher oben offen iſt, um Eis über ſeinen Boden legen zu können. Alles

iſt

iſt aus verzinntem Eiſenbleche verfertigt, und mit Oehl beſtrichen, um es vor dem Roſten zu bewahren.

Bey jedem Verſuche wird das ganze mittlere Fach mit Eis angefüllt, das man hineinpreßt, ſo wie auch das äußere Fach damit angefüllt wird, hierauf bringt man den Körper, womit der Verſuch angeſtellt werden ſoll, ſchnell in das innerſte Fach, ſetzt den Deckel über die Maſchine, wartet ſo lange bis der ganze Körper erkaltet iſt, und wiegt dann das geſchmolzene Waſſer.

Um zu erforſchen, ob zwiſchen dem äußern und mittleren Fache eine Gemeinſchaft Statt habe, welches aufs ſorgfältigſte vermieden werden muß, darf man nur das äußere Fach mit Waſſer anfüllen, und beobachten, ob etwas davon durch die Röhre x y herauströpfelt.

Die Verſuche müſſen nur alsdann angeſtellt werden, wenn die Temperatur der Atmoſphäre über 32° iſt. Denn der äußere Wärmeſtoff kann bey der Temperatur über 32° Fahrenh. wegen des in dem äußern Fache enthaltenen Eiſes nicht in das mittlere Fach gelangen. Aber bey einer Temperatur unter 32° Fahr. könnte dieß geſchehen, weil das Eis, ſo lange es ſolches bleibt, fähig iſt, verſchiedene Temperaturen anzunehmen. Auch das Eis, das man zu den Verſuchen gebraucht, darf nicht unter 32° ſeyn. Am beſten thut man, die Verſuche in einer Temperatur von 39° bis 41° Fahrenh. anzuſtellen; ſonſt entſteht durch die Röhre, durch welche das Waſſer ausläuft, ein Luftzug, welcher den Verſuch unrichtig machen könnte.

Das innere Eis enthält beſtändig eine kleine an ſeiner Oberfläche hängende Menge von Waſſer, und man könnte glauben, daß dieſes Waſſer mit zu dem Reſultate der Verſuche gerechnet werden müſſe, allein man muß erwägen, daß zu Anfange eines jeden Verſuchs das Eis ſchon alle Quantität Waſſer eingeſogen hat, welche es in ſich nehmen kann, ſo daß, wenn ein vom Körper geſchmolzenes Eistheilchen an dem innern Eiſe hängen bleibt, ſich dieſelbe Quantität Waſſer, welche anfänglich an der Oberfläche des Eiſes hing, los-

machen und ins Gefäß fließen muß, indem ſich die innere Oberfläche des Eiſes beym Verſuche ſehr wenig ändert.

Man ſetze nun zwey Maſſen M und m von den Temperaturen T und t würden nach und nach in das innere Fach gebracht, welches mit einer Maſſe von Eis, wie eine Eiskugel, umgeben wäre, und ſo lange darin gelaſſen, bis ihre Temperaturen auf 0° Reaum. erkaltet ſind; es entſteht alsdann die Frage, wie werden ſich die ſpecifiſchen Wärmen α und β (d. h. die Mengen, welche ſie bey gleichen Maſſen und gleichen Temperaturen während der Erkaltung geſchmolzen haben würden,) verhalten, wenn ſie die Mengen Eis A und a ſchmelzen.

Für $M = m$ iſt $A : a = \alpha : \beta$
— $\alpha = \beta$ iſt $A : a = T : t$
— $T = t$ iſt $A : a = M : m$, mithin
$A : a = \alpha TM : \beta tm$,

d. h., da jeder Körper eine deſto größere Menge von Eis ſchmelzt, je mehr Maſſe er beſitzt, je höher ſeine Wärme über den Froſtpunkt ſteigt, und je mehr Wärme er bey gleicher Verminderung der thermometriſchen Wärme abſetzt; ſo ſind die geſchmolzenen Mengen von Eis im zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Maſſen, Temperaturen (über dem Froſtpunkte) und ſpecifiſchen Wärmen. Hieraus folgt nun

$$\alpha : \beta = \frac{A}{TM} : \frac{a}{tm}.$$

Läßt man alſo ein für alle Mahl die Maſſe m Waſſer bedeuten, deſſen ſpecifiſche Wärme $\beta = 1$ iſt, und das bey 60° Reaum. eine gleich große Eismaſſe ſchmelzt, ſo iſt $t = 60$, $a = m$, mithin

$$\alpha = \frac{60 : A}{MT}.$$

Ex. 7,707 Pfund Eiſenblech von der Temperatur 78° Reaum. haben 1,102 Pfund Waſſer geſchmolzen. Hieraus findet ſich die ſpecifiſche Wärme des Eiſenblechs $= \frac{60 . 1,102}{7,707 . 78}$ $= \frac{11,02}{100,19} = 0,10999.$

Flüſſige

Flüſſige Materien und beſonders ſaure, als Schwefelſäure, Salpeterſäure u. dgl. werden in einen Kolben gethan, welcher mit einem Korke verſtopft iſt, durch den ein Thermometer geht, deſſen Kugel in der Flüſſigkeit ſteht. Dieß Gefäß bringt man in ſiedendes Waſſer; und wenn nun das Thermometer zeigt, daß die flüſſige Materie den gehörigen Wärmegrad angenommen habe, ſo zieht man den Kolben heraus und bringt ihn in das innere Fach des Calorimeters. Wenn nun die ſpecifiſche Wärme des Gefäßes bekannt iſt, ſo wird ſich auf dieſelbe Art die ſpecifiſche Wärme der flüſſigen Materie beſtimmen laſſen. Man muß nähmlich von der geſchmolzenen Waſſermenge ſo viel abziehen, als durch die Erkaltung des Gefäßes allein geſchmolzen iſt. Setzt man die Maſſe des Gefäßes $= \mu$, ſeine ſpecifiſche Wärme $= \gamma$, die Temperatur, zu welcher das Gefäß mit der darin enthaltenen flüſſigen Materie gekommen iſt, $= T$; ſo wird die durch Erkaltung des Gefäßes allein geſchmolzene Waſſermenge $= \frac{\mu T \gamma}{60}$ ſeyn. Bezeichnet man die ganze geſchmolzene Waſſermenge durch C, ſo ergibt ſich

$$A = C - \frac{\mu T \gamma}{60}, \text{ und}$$

$$a = \frac{60 A}{M T} = \frac{60 C - \mu T \gamma}{M T}.$$

Ex. 4 Pfund Salpeterſäure in einen $\frac{17}{32}$ Pfund ſchweren Kolben, zuſammen 80 Grad warm im Calorimeter bis 0 abgekühlt haben 3,6640625 Pfund geſchmolzen; die ſpecifiſche Wärme des Gefäßes iſt 0,7929; ſo gibt die Formel die ſpecifiſche Wärme der Salpeterſäure

$$a = \frac{60 \,.\, 3{,}6640625 - \frac{17}{32} \,.\, 80 \,.\, 0{,}1929}{4 \,.\, 80} = 0{,}661391.$$

Wenn man diejenige Wärme beſtimmen will, welche bey chemiſchen Verbindungen gewiſſer Subſtanzen entbunden wird, ſo bringt man dieſe Subſtanzen nebſt dem Gefäße, welches ſie enthalten ſoll, insgeſammt zur Temperatur

0,

o, vermengt ſie alsdann im innern Fache des Calorimeters, wo ſie ſich erhitzen, und bis zur Zurückkunſt ihrer Temperatur auf o eine gewiſſe Eismenge ſchmelzen, welche das Maß der entbundenen Wärme iſt. Auch haben die Erfinder Formeln angegeben, nach welchen man den bey gewiſſen Verbindungen bewirkten Grad der Kälte, ſo wie das Maß derjenigen Wärme finden kann, welche die Körper bey ihrer Schmelzung binden, und bey ihrem Geſtehen frey machen.

Um diejenige Wärme zu beſtimmen, welche ſich beym Verbrennen und Athmen entwickelt, müſſen die Körper im dem innern Fache verbrennen und Athem hohlen, wobey aber die Erneuerung der Luft erforderlich iſt. Zu dieſer Abſicht haben ſich die Erfinder eine beſondere Maſchine verfertigen laſſen, welche von der gewöhnlichen nur dadurch unterſchiedeh war, daß der Deckel zwey Löcher hatte, wodurch zwey kleine Röhren gingen, welche zur Gemeinſchaft der innern und äußern Luft dienten; vermittelſt derſelben konnte man atmoſphäriſche Luft hinein blaſen, um die Verbrennungen zu unterhalten. Bey ſolchen Verſuchen, wenn ſie richtige Reſultate geben ſollen, muß die Temperatur der äußern Luft $=$ o, oder doch wenig davon verſchieden ſeyn. Zu dem Ende muß die Röhre, welche die Luft zubringt, durch das geſtoßene Eis quer durch gehen, damit die Luft in das Innere bey der Temperatur Null gelange. Auch muß diejenige Röhre, welche die Luft ausführt, durch geſtoßenes Eis durch gehen; das letztere Eis muß aber im Fache ffff enthalten ſeyn, und das davon abfließende Waſſer muß einen Theil des Aufgeſammleten ausmachen, indem die Wärme, die die Luft vor ihrem Ausgange enthält, einen Theil von dem zu ſuchenden Reſultate ausmacht.

Eine größere Schwierigkeit findet ſich bey Beſtimmung der ſpecifiſchen Wärmen der Gasarten; denn würden ſie bloß, wie andere Flüſſigkeiten, in Gefäße eingeſchloſſen, ſo würde die Menge des geſchmolzenen Eiſes ſo wenig ausmachen, daß der Verſuch ungewiß ausfiel. Demnach bedienten ſich die Erfinder hierzu zweyerley Serpentinen, oder ſpi-

ralför-

ralförmig gewundener Röhren. Durch die erſte, welche ſich in einem mit ſiedendem Waſſer gefüllten Gefäße befand, ward die Luft erwärmt, ehe ſie ins Calorimeter kam, die zweyte war im innern Fache ffff (fig. 19.) eingeſchloſſen. Ein Thermometer an dem einen Ende der letzten Röhre angebracht zeigte die Wärme derjenigen Luft, welche ins Calorimeter trat; ein zweytes am andern Ende zeigte an, was für eine Wärme die Luft beym Ausgange beſaß. Auf ſolche Art konnten ſie beſtimmen, wie viel Eis durch eine gewiſſe Menge der verſchiedenen Gasarten dadurch geſchmolzen ward, daß ſie um eine gewiſſe Anzahl Grade kälter wurde. Dieß nähmliche Verfahren kann angewendet werden, wenn man diejenige Wärmemenge wiſſen will, welche ſich bey der Verdichtung der Dämpfe verſchiedener Flüſſigkeiten entwickelt.

Lavoiſier und **la Place** haben bey den Reſultaten ihrer Verſuche diejenige Wärme, welche zur Schmelzung des Eiſes erforderlich iſt, = 60 Grade der Skale von 80 Graden oder = $\frac{3}{4}$ derjenigen Wärme angenommen, welche ein gleiches Gewicht Waſſer vom Eispunkte bis zum Siedpunkte erheben könnte. Nach **Wilken's** Verſuchen iſt ſie nur 72 Grade der ſchwediſchen Skale ($57\frac{3}{4}$ Reaum.); nach **Black** 140° Fahrenh. ($62\frac{2}{9}$ Reaum.), daß mithin die hier angenommene Beſtimmung ziemlich das Mittel hält. **Weigel** bemerkt hierbey, daß ſich ſelbſt nach **Wilken's** Verſuche 73 — 74 Grad ($58\frac{2}{5}$ bis $59\frac{1}{5}$ Reaum.) annehmen laſſe, und der noch übrige Unterſchied vielleicht daher rühren könne, das **Wilke** Schnee, **Lavoiſier** und **la Place** aber Eis gebraucht hätten.

Die beyden letztern fanden nun folgende Reſultate eigenthümlicher Wärmen:

Gemeines Waſſer — —	1
Eiſenblech — —	0,109985
Kryſtallglas, ohne Bleygehalt	0,1929
Queckſilber — —	0,029
Ungelöſchter Kalk —	0,21689
Waſſer und ungelöſchter Kalk im Verh. 9:16	0,439116

Vitriol-

Vitriolöhl am eigenthüml. Gewicht	1,87058	0,334597
Vitriolöhl und Waſſer im Verhältn.	4 : 3	0,603162
——— ——— ———	4 : 5	0,663102
Salpeterſäure am eigenthüml. Gewicht	1 29895	0,661391
Salpeterſäure und ungel. Kalk im Verh.	9½ : 1	0,61895
Ein Theil Salpeterſ. mit 8 Theilen Waſſer		0,8167

Ferner fanden ſie folgende geſchmolzene Eismengen, ſo von einem Pfunde der Miſchung zergingen

	Pf.	Unz.	Qu.	Gr.
Von Vitriolöhl und Waſſer im Verhältn. 4 : 3	—	14	2	62
Vitriolöhl und Waſſer im Verhältn. 4 : 5	—	12	6	48
Waſſer und ungelöſcht. Kalk im Verh. 9 : 16	1	8	3	60
Salpeterſ. und ungel. Kalk im Verh. 9⅓ : 1	1	—	2	—

ingleichen folgende Mengen, ſo durch Verbrennungen und thieriſche Wärme zerſchmelzen

	Pf.	Unz.	Qu.	Gr.
Durch Verpuffung 1 Unze Salpeter mit ⅓ Unze Kohle	—	12	—	—
Durch Verpuffung 1 Unze Salpeter mit 1 Unze Schwefelbl.	2	—	—	—
— Verbrennung 1 U. Phosphors	6	4	—	48
— — 1 Unze Vitrioläther	4	10	2	36
— — 1 Unze Kohle	6	2	—	—
Durch die Wärme eines Meerſchweinchens in 10 Stunden	—	13	1	13½

Die Erfinder bemerken hierbey, daß dieſe Angaben keines Weges, wie man vielleicht glauben könnte, Verhältniſſe der abſoluten Wärmemengen ausdrückten, ſondern ſie gäben bloß die Verhältniſſe der Unterſchiede von Wärmemengen an, welche nöthig wären um die Temperaturen verſchiedener Körper durch gleiche Grade zu erhöhen. Auf abſolute Wärmemengen zu ſchließen, würde nur alsdann erlaubt ſeyn, wenn

man

man gewiß überzeugt wäre, daß dieſe Unterſchiede durch alle mögliche Grade der Temperatur in einem beſtändigen Verhältniſſe blieben. Hierbey müßte aber nothwendig unterſucht werden, ob die geſchmolzenen Eismengen bey einer Abkühlung von 300 bis 400 Grad noch in dem nähmlichen Verhältniſſe blieben, in welchem ſie bey Abkühlungen von 60 bis 80 Graden ſich befinden u. ſ.

Dieß Verfahren iſt von dem Wilk'ſchen und Black'ſchen Verfahren nur darin verſchieden, daß es die Verhältniſſe der Unterſchiede der Wärmemengen unmittelbar durch die Wirkung des entwickelten Wärmegehalts ſelbſt angibt, und daher die Verhältniſſe der unmerkbaren Wärme mit in ſich begreift; dagegen durch das Verfahren mit Vermengungen dieſe Unterſchiede mittelbar durch einen Schluß aus der Fähigkeit auf die wirklich übergegangene Wärme gefunden, und daher beſtändig vorausgeſetzt wird, daß ſich dieſe Fähigkeit während des Verſuchs nicht ändere. Aus jener unmittelbaren Wirkung läßt ſich nun auch ziemlich ſicher auf die relative Größe des Wärmegehalts ſelbſt ſchließen. Uebrigens behaupten **Lavoiſier** und **la Place**, daß die angeführten Reſultate mit **Wilken's** ſpeciſiſchen Wärmen einerley wären; denn **Lavoiſier** ſagt ausdrücklich, die gefundene geſchmolzene Waſſermenge, dividirt durch das Produkt der Maſſe des Körpers in die Anzahl ſeiner Grade der anfänglichen Temperatur über Null werde mit dem, was die engliſchen Phyſiker ſpecifiſche Wärme nennten, in gleichem Verhältniſſe ſtehen. Dieſe Behauptung würde freylich nur alsdann gegründet ſeyn, wenn ſich die Fähigkeit des Körpers für Annahme und Entbindung der Wärme während des Verſuchs nicht änderte, und dabey keine verborgene Wärme frey geworden iſt, welche vorher zur Verwendung und Erhaltung der elaſtiſchen Form oder des flüſſigen Zuſtandes erforderlich war. Schwerlich läßt ſich aber dieß bey jedem Verſuche mit dem Calorimeter annehmen.

Auch verſuchte **la Place** aus derjenigen Wärme, welche ſich bey chemiſchen Verbindungen verſchiedener Subſtanzen entwickelt,

entwickelt, auf das Verhältniß der abſoluten Wärmemenge des Waſſers bey der Temperatur Null zu derjenigen, welche ſeine Temperatur um 1 Grad erhöhen kann, zu ſchließen, indem er annimmt, daß die fühlbare Wärme vor und nach der Miſchung einerley ſey, und daß ſich die abſoluten Wärmemengen wie die ſpeciſiſchen verhalten. Auf dieſe Art findet er eine Formel, welche die abſolute Wärmemenge des Waſſers ausdrückt, wenn die Menge des durch Abkühlung der Miſchung geſchmolzenen Eiſes, ingleichen die gemiſchten Maſſen, nebſt ihren und der Miſchung ſpeciſiſchen Wärmen, bekannt ſind. Allein bey der wirklichen Anwendung der Formel auf die angeſtellten Verſuche finden ſich die Werthe der abſoluten Wärmemengen im Waſſer ungemein verſchieden, und der Verſuch der Miſchung von Salpeterſäure und ungelöſchtem Kalke gibt ſo gar einen negativen, alſo phyſiſch unmöglichen Werth. Es erinnert zwar la Place daß dieſe Widerſprüche von geringen Fehlern in den Verſuchen herrühren könnten; doch ſcheint er aber endlich ſelbſt zu verſichern, daß die eigentliche Urſache in der Unrichtigkeit der Vorausſetzungen liege, und daß folglich entweder die freye Wärme vor und nach der Miſchung nicht einerley ſey, oder daß ſich die abſoluten Wärmen ganz anders, als die ſpeciſiſchen, verhalten.

Gegen dieſen Calorimeter hat Herr Wegdwood [α]) verſchiedene Einwendungen gemacht, welche aber nur die Einrichtung ſeiner Form betreffen. Daher auch Lichtenberg [β]) urtheilt, daß dieſes vortreffliche Inſtrument, welches auf das einfachſte und deutlichſte Princip gebauet ſey, in der Anwendung wieder etwas unſicher werde; indeſſen könnte ein von dieſem Apparate mit großer Vorſicht, und vielleicht mit einigem Aufwande gemachte Gebrauch im Großen uns ſicherer zu einem beſtimmten Maß für die Wärme führen, als irgend ein bisher bekannt gewordenes Verfahren.

M. ſ.

α) Philoſoph. Transact. Vol. LXXIV p. 371.

β) Anmerk. zu Erxleben's Naturlehre am Ende des IX. Abſchnitts.

M. ſ. Abhandlung von der Wärme in Lavoiſier's phyſikaliſch-chemiſchen Schriften, a. d. Fr. von Weigel. Greifsw. 1785 8. Th. III. S. 292 f. Lavoiſier Syſtem der antiphlogiſtiſchen Chemie durch Hermbſtädt. Th II. S. 56 u. f. Baader vom Wärmeſtoffe. Wien und Leipz. 1786 4. S. 173 f. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795 8. Cap. 3.

Wärmeſammler, Condenſator der Wärme, Feuerſammler (collector ſ. condenſator caloris, collecteur du feu ou de la chaleur). Dieſer Ausdruck bezeichnet eine Vorrichtung, durch welche die freye Wärme in einem beträchtlichen Grade angehäuft werden kann, indem ſo genannte ſtrahlende Wärme durch mehrere Glasſcheiben hindurch gehet.

Es iſt ſchon längſt bekannt geweſen, daß durch Glasflächen eingeſchloſſene Lufträume vermittelſt der Sonnenwärme die einmahl frey gewordene Wärme ſtark angehäuft werden kann. Die Glasfenſter der Treibhäuſer, der Treibbeete, die Glasglocken, unter welchen Früchte zur Reife gebracht werden, u. ſ. f, geben hiervon unläugbare Beweiſe ab. Der Grund dieſer Erſcheinung liegt zum Theil darin, daß das Glas ein ſchlechter Leiter der Wärme iſt, und daß folglich die einmahl frey gewordene Wärme in ſolchen Räumen, die mit Glasflächen umſchloſſen ſind, durch Mittheilung mit andern nicht ſo leicht zerſtreuet werden kann, zum Theil aber auch (nach den Verſuchen des Herrn Herſchel,) in der Brechung der ſo genannten Wärmeſtrahlen im Glaſe, wodurch ſie in einen engern zuſammengebracht werden, und eine ſtarke Wirkung der Hitze hervorbringen. Daß man aber die Anhäufung der Wärme auf einen ſo hohen Grad bringen kann, als jetzt bekannt iſt, hat man nicht vermuthet. Zuerſt gelang es dem Herrn de Sauſſüre in einen Kaſten, worin das Sonnenlicht durch drey mit einander parallel geſtellte ebene Gläſer fiel, Waſſer zum Sieden zu bringen, ja ſo gar die Hitze noch $17\frac{1}{4}$ Fahr. Grade über den Siedpunkt zu treiben. Dieß war im Jahre 1783 durch Briefe bekannt

geworden, als Herr Dücarla *) in Paris die Beſchreibung einer eigenen hierzu beſtimmten Vorrichtung unter dem Nahmen des Feuerſammlers (collecteur du feu) herausgab, und mit einer eigenen Theorie begleitete.

Dieſer Wärmeſammler beſteht aus einer beliebigen Anzahl gläſerner Glocken oder Cylinder, welche ſich oben in Halbkugeln endigen, und durchſichtig, ſtrahlenbrechend und ſo dünn als möglich ſeyn müſſen. Die Halbmeſſer dieſer Glocken werden ſtufenweiſe immer um 3 Linien größer, z. B. der Halbmeſſer der innerſten hat 36, der der zweyten 39, der der dritten 42 Linien u. ſ. f. Eben ſo nehmen auch die Höhen des cylindriſchen Theils dieſer Glocken zu, z. B. die Höhe der innerſten iſt 3, die der zweyten 6, der dritten 9 Linien u. ſ. f.

Alle dieſe Glocken ſtehen auf einem hohlen, ſchwarzen und undurchſichtigen, gerade in der Mitte ſeiner Achſe abgekürzten geraden Kegel. Die kleine Grundfläche des Kegels beträgt im Halbmeſſer um 3 Linien kleiner, als die Grundfläche der kleinſten Glocke. Die größere Grundfläche hat 3 Linien mehr, als die der größten Glocke. Außer dieſen weſentlichen Theilen hat Dücarla die Vorrichtung mit einigen zufälligen verſehen, z. B. mit Kappen, Deckeln, einer maſſiven ſchwarzen Halbkugel, welche auf die kleinere Grundfläche des abgekürzten Kegels zu liegen kommt, und einem Büffonſchen Planſpiegelſyſtem. Von Norden nach Süden zu läßt er eine kleine Gallerie durch alle Glocken hindurch gehen, welche bis an die maſſive Halbkugel geht, und ſo viele Oeffnungen beſitzt, als ſie faſſen kann. In dieſe Gallerie werden diejenigen Dinge gebracht, welche man durch den Apparat ſchmelzen, calciniren oder ſubliniren will.

Nach Herrn Dücarla's Behauptung iſt dieſer Apparat im Stande, wenn er dem Sonnenlichte an einem ſchönen Frühlingstage ausgeſetzt wird, einen Keſſel voll Eiſen, von mehr als einer Toiſe im Durchmeſſer in Fluß zu bringen. Durch

*) Iournal de Paris 1784. Num. 81. u. du feu complet. à Paris 1785. 8. ingl. Journal de France vom 1. May 1784.

Durch dieſe Vorrichtung wird aber nicht allein diejenige Wärme geſammelt, welche durch das Sonnenlicht erregt wird, ſondern auch diejenige, welche durch die ſtrahlende Hitze brennender Subſtanzen hervorgebracht wird. So läßt ſie ſich bey chemiſchen Oefen und Manufakturen, welche große Feurung verlangen, mit großer Erſparniß der brennbaren Materialien gebrauchen. Bey der gewöhnlichen Art, das Ofenfeuer anzubringen, geht von der ganzen phyſiſchen Wirkung desſelben außerordentlich viel verloren, ohne die Materien, welche man dem Feuer ausſetzen will, wirklich anzugreifen. Man muß alſo dieſen Verluſt, ſo viel möglich, einzuſchränken ſuchen, indem man den Ofen iſolirt, d. h., indem man ihn ſo wohl von der Atmoſphäre, als von der Erde durch angebrachte dünne Hüllen abſondert, welche abwechſelnd aus einer ſehr dichten und dünnen Materie beſtehen (wie ein Wärmeſammler aus Luft und Glas). Es können auch dieſe Hüllen aus undurchſichtigen Materien beſtehen, wenn man bloß die Abſicht hat, die ſtrahlende Hitze zuſammen zu halten; nur muß man ihm Oeffnungen geben, um den zur Feurung nöthigen Luftzug zu unterhalten.

Die Theorie dieſes Wärmeſammlers leitet Dücarla aus dieſem einzigen Satze ab, daß ſich die Wärme der Flächen, an welchen ſich zwey verſchiedene Mittel berühren, im Verhältniſſe der Dichtigkeit dieſer Mittel mittheile. Weil nun das Glas etwa 2000 Mahl mehr Dichtigkeit beſitzt, als die Luft, ſo kann man annehmen, daß bey gleicher Temperatur (und gleichen Fähigkeiten für Aufnahme der Wärme,) das Glas in demſelben Raume eine 2000 Mahl größere Wärmemenge, als die Luft, enthalte. Wenn daher Wärme von einer Fläche, wo ſich Glas und Luft berühren, mitgetheilt wird, ſo gibt jenes dieſer 2000 Grade, indem es nur einen Verluſt von 1 Grad erleidet; dagegen theilt die Luft dem Glaſe nur $\frac{1}{2000}$ Grad mit, wenn ſie einen Grad verliert. Der beſchriebene Wärmeſammler nimmt nun eben ſo viele Wärme an, als ob er ganz aus Glas beſtünde, weil ſeine ganze Maſſe aus 2000 Theilen Glas und nur 1 Theile Luft beſteht.

Dagegen erleidet er nur einen ſo kleinen Wärmeverluſt, als ob er aus Luft beſtünde, weil er in Rückſicht der Räume zwiſchen den gläſernen Glocken wirklich aus Luft beſteht. Es wird alſo die Mittheilung ſeiner Wärme an die äußere Luft 2000 Mahl geringer ſeyn, als wenn er ganz aus Glas zuſammengeſetzt wäre. Oder, welches daſſelbe iſt, die abwechſelnden Glasglocken und die Luft berühren ſich in 2000 Mahl wenigern Punkten, als wenn die ganze Vorrichtung durchaus aus maſſivem Glaſe beſtünde. Es hat demnach die ganze Wärmemenge 2000 Mahl weniger Wege, ſich von der Mitte nach der Oberfläche fortzupflanzen.

Dieſe Vorausſetzung und die daraus gemachten Folgerungen können wohl ſchwerlich in aller Strenge ihre Richtigkeit haben, indem es nicht erweislich iſt, daß die Mittheilung der Wärme von dem Verhältniſſe der an einander gränzenden Mittel abhängt, ſondern es vorzüglich mit auf viele andere Umſtände ankommt, welche ihr wärmeleitendes Vermögen beſtimmen. M. ſ. **Wärme.** Die hauptſächlichſte Urſache des Wärmeſammlers liegt wohl in der durch **Herſchel** entdeckten Eigenſchaft der Wärme, eben ſo gut, wie das Licht, gebrochen, und auf ſolche Art mehr condenſirt zu werden.

M. ſ. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte, B. II. St. 4. S. 113 f.

Wärmeſtoff, ſ. **Wärme.**

Wage (libra, bilanx, balance) heißt ein mechaniſches Werkzeug, welches dazu dient, das Gewicht eines Körpers vermittelſt eines Gegengewichts zu beſtimmen. Wenn das Gegengewicht alle Mahl ſo ſchwer ſeyn muß, als der abzuwägende Körper, ſo heißt die Wage eine **gemeine Wage.** So ſind die Kramerwage, die Probierwage, die Goldwage u. ſ. f. lauter Wagen der gemeinen Art, welche ſich unter einander in nichts weiter als durch ihre verſchiedene Schärfe und Empfindlichkeit unterſcheiden. Wenn hingegen mit einerley Gegengewicht das Gewicht eines jeden Körpers beſtimmt

beſtimmt werden kann, ſo heißt ſie eine Schnellwage. Von letzterer iſt bereits in einem eigenen Artikel geredet worden; es wird alſo im gegenwärtigen Artikel nur das Weſentlichſte von der gemeinen Wage beygebracht werden.

Was nun die Einrichtung der gemeinen Wage betrifft, ſo gebraucht man hierzu einen gleicharmigen Hebel (fig. 23.) a b, welcher ſeinen Schwerpunkt gerade in der Mitte ſeiner Länge hat. Dieſer Hebel wird der **Wagebalken** (ſcapus, iuga, fléau) genannt. Wird alſo ſelbiger gehörig im Schwerpunkte unterſtützt, ſo erhalten alsdann auch zwey gleiche Gewichte in gleichen Entfernungen vom Schwerpunkte einander das Gleichgewicht. M. ſ. Hebel. An beyden Enden des Balkens werden die Schalen mit ihren Ketten oder Schnüren aufgehängt, welche mit den ihnen zugehörigen Schnüren ein gleiches Gewicht beſitzen müſſen.

Die Abſicht des Gebrauchs der Wage erfordert, daß der Balken bey gleicher in die Schale gelegten Gewichten die wagrechte Lage behalte, bey der geringſten Ungleichheit der Gewichte aber dieſelbe verlaſſen, jedoch nicht in die vertikale Stellung kommen, ſondern nur um einen gewiſſen Winkel von der horizontalen Linie abweichen, und alsdann ruhen ſoll. Ueberhaupt iſt es bequem, dem Wagebalken eine ſolche Einrichtung zu geben, daß er bey einem ſehr kleinen Uebergewicht auch nur wenig, aber deſto mehr von der Horizontallinie abweicht, je größer das Uebergewicht iſt.

Wenn man den Wagebalken in ſeinem Schwerpunkte q ſelbſt unterſtützen wollte, ſo daß er ſich um denſelben frey drehen könnte, ſo würde jener Zweck nicht erreicht werden. Denn es würde der Balken bey gleichen Gewichten nicht allein in horizontaler Lage, ſondern in jeder andern ſchiefen ruhen (m. ſ. **Schwerpunkt**), und bey der geringſten Ungleichheit der Gewichte würde der Wagebalken nicht ruhen können, ohne nur in vertikaler Stellung. Denn in dieſem Falle rückt der gemeinſchaftliche Schwerpunkt des Ganzen auf die Seite des ſchwerern Gewichts p von q nach e hinüber; und weil nun dieſer neue Schwerpunkt ſich ſo lange um q drehen

muß, bis er vertikal darunter liegt, ſo muß auch der Wagebalken ab ſo weit fallen, bis die Linie ge, mithin auch die mit ihr parallele ab, in eine völlig vertikale Stellung kommt.

Dieſerwegen wird der Wagebalken nicht im Schwerpunkte q ſelbſt, ſondern im Punkte f, der bey horizontaler Lage des Balkens vertikal über q liegt, ruhen. Auf ſolche Art wird ab bey gleichen Gewichten bloß in horizontaler, und in keiner andern Stellung ruhen. Denn in dieſem Falle fällt der Schwerpunkt q, der ſich frey um f drehen kann, ſo lange, bis er die niedrigſte Stelle erreicht hat, d. h., bis er vertikal unter f liegt, und bringt dadurch allemahl die Linie ab in eine horizontale Lage. M. ſ. **Schwerpunkt.** Wenn dagegen ungleiche Gewichte in den Wagſchalen liegen, ſo rückt der Schwerpunkt des Ganzen q nach e zu, auf die Seite des größern Gewichts p. Dieſer neue Schwerpunkt e, welcher ſich frey um f dreht, muß nun ſo lange ſinken, bis er vertikal unter demſelben zur Ruhe kommt, oder bis die Linie fe die lothrechte Lage cf erhalten hat. Es ſchlägt alſo ab nicht ganz um, ſondern dreht ſich nur um einen Winkel fort, welcher dem Winkel efq gleich iſt, oder deſſen Tangente $= \frac{qe}{fq}$ iſt. Dieſer Winkel wird nun der **Ausſchlag** genannt.

Rückt alſo bey der Ungleichheit der Gewichte der gemeinſchaftliche Schwerpunkt des Ganzen in e, ſo findet man

$$eq = \frac{\frac{1}{2}ab}{p+r}(p-r), \text{ mithin}$$

$$\frac{eq}{fq} = \frac{\frac{1}{2}ab}{fq} \cdot \frac{p-r}{p+q};$$

da nun ab und fq bey jeder Wage unveränderlich ſind, ſo wird ſich die Tangente wie das Uebergewicht p — r verhalten, wenn ſich nur p und r nicht beträchtlich ändern. Es folgt alſo daher, daß ſich der Ausſchlag allemahl nach der Größe des Uebergewichts richtet.

Eine

Eine Wage wird ſchnell genannt, wenn ſie bey der geringſten Ungleichheit der Gewichte einen merklichen Ausſchlag gibt; ſie heißt aber eine faule Wage, wenn der Wagebalken allererſt bey einer ziemlich beträchtlichen Ungleichheit der Gewichte von der Horizontallinie abweicht. Wenn die Vorausſetzung angenommen wird, daß ſich der Wagebalken frey und ohne alle Friktion um f drehen kann, ſo iſt die Wage deſto ſchneller, je kleiner die Höhe qf des Bewegungspunktes f über dem Schwerpunkte q iſt, und deſto fauler, je größer dieſe Höhe iſt. Denn die Tangente des Ausſchlages $= \frac{qe}{fq}$ iſt deſto größer, je kleiner fq iſt; mithin iſt auch der Ausſchlag deſto größer, je weniger f von q abſteht. Es kann daher die Wage die größte Empfindlichkeit erhalten, wenn man den Punkt f, um welchen ſich der Balken drehet, ſo nahe als möglich an den Schwerpunkt q ſetzt. Fiel f mit q ſelbſt zuſammen, ſo wären Empfindlichkeit und Ausſchlag unendlich groß, oder die Wage ſchlägt bey der geringſten Ungleichheit der Gewichte ganz um, wie ſchon iſt gezeigt worden.

Die Größe der Empfindlichkeit einer Wage hängt allein von der Abſicht beym Gebrauche derſelben ab. Eine Probierwage erfordert einen ſehr hohen Grad von Empfindlichkeit, welcher bey der gemeinen Kramerwage mehr hinderlich als vortheilhaft ſeyn würde. Denn in ſolchen Fällen, wo man nur bis auf halbe Quentchen richtig wiegen will, würde es ungereimt ſeyn, der Wage eine Empfindlichkeit für einzelne Grane zu geben. Wie weit alſo der Umdrehungspunkt von dem gemeinſchaftlichen Schwerpunkte abſtehen müſſe, muß durch den Gebrauch der Wage beſtimmt werden.

Gute praktiſche Vorſchriften zu Abtheilungen der Wagebalken findet man beym Leupold *). Er theilt die halbe Länge des Wagebalkens für ſehr empfindliche Wagen in 8, für gemeine Handwagen in 7, für die größern Kramerwagen in 6, und für Wagen, die zur Abwägung ſehr großer

 Laſten

*) Theatr. ſtatic. Leipz. 1776. Fol. S. 22.

laſten beſtimmt ſind, in 5 oder 4 Theile ab. Mit der Hälfte eines ſolchen Theils wird aus dem Schwerpunkte q ein Kreis beſchrieben, und deſſen Durchmeſſer abermahls in 8 Theile getheilt. Hieraus gibt er nun noch mehrere Vorſchriften, die übrigen Abmeſſungen des Balkens durch Zeichnung zu finden, wobey fq jeder Zeit $\frac{1}{8}$ des Durchmeſſers von eben gedachtem Kreiſe genommen wird. Hiernach iſt alſo fq : $\frac{1}{2}$ a b $= 1 : 64$ für die empfindlichſten und $1 : 32$ für die unempfindlichſten Wagen. Für jene würde bey 1 Gran Uebergewicht über 1000 Gran, $p = 1001$, $r = 1000$, folglich die Tangente des Ausſchlags $= \frac{64}{1001}$, d. h. beynahe $= 0{,}032$ ſeyn, wozu der Winkel nach den Tafeln $= 1^{\circ}\ 50'$ gehört.

Es wird aber hierbey vorausgeſetzt, daß alle Friktion gänzlich wegfällt. Um die Friktion in der Ausübung ſo viel als möglich zu vermindern, ſo werden nicht allein der Balken, die Ketten oder Schnüren mit ihren Schalen ſo leicht verfertigt, als es ohne Schaden ihrer Feſtigkeit in Rückſicht der Laſten, welche die Wage zu tragen hat, thunlich iſt, ſondern es wird auch den Wagen eine eigene Art von Aufhängung gegeben. Es werden nähmlich in der Vertikallinie durch q oberhalb q etwa bey f, auf beyden Seiten des Wagebalkens ein Paar Zapfen angebracht, die entweder ſo genau als möglich cylindriſch gearbeitet werden, oder, welches noch beſſer iſt, ſie müſſen unterwärts ſich in eine Schärfe, nach Art eines Keils, endigen. Dieſe Zapfen werden mit dem Balken in die runden Löcher oder Pfannen der aus zwey Blättern beſtehenden Zange oder Schere eingelegt, ſo daß ihre Schärfen auf dem innern recht glatten Umfange der Pfannen ruhen, und ſich beym Drehen um f auf den Pfannen nicht ſchieben, ſondern nur auf ihrer Schärfe hin und her wiegen. Auf ſolche Art wird das Reiben faſt gänzlich vermieden. M. ſ. Reiben (Th IV. S. 229). Um endlich den Ausſchlag bey der Ungleichheit der Gewichte recht ſinnlich zu machen wird noch der Wagebalken auf die Mitte ſeiner Länge mit einer ſenkrechten Zunge fg verſehen.

Wenn

Wenn nun die Schere am obern Ende gehalten, oder irgendwo aufgehangen wird, ſo ſtellt ſie ſich von ſelbſt durch das Gewicht des Ganzen lothrecht; ſpielt alsdann die Zunge genau in der Mitte der Schere, ſo liegt auch der Wagebalken völlig horizontal. Wenn hingegen der Balken in einer ſchiefen Lage ſtehen bleibt, ſo wendet ſich auch die Zunge auf die Seite des ſchwereren Gewichts, und der Abweichungswinkel des ſchiefliegenden Wagebalkens von der horizontalen Lage gibt den Ausſchlag an. Die beyden Endpunkte a und b des Balkens, an welchen die Schnüre oder Ketten mit den Schalen hangen, befinden ſich mit dem Umdrehungspunkte in gerader Linie.

Eine **falſche** Wage iſt eine ſolche, in welcher ungleiche Gewichte bey horizontaler Lage des Wagebalkens im Gleichgewichte ſind. Folglich ſind nach den Geſetzen des Hebels die Arme des Wagebalkens einer ſolchen Wage von ungleicher Länge. Und wenn die Wage bey ledigen Schalen horizontal ſtehet, ſo ſind die Schalen mit ihren zugehörigen Schnüren ungleich groß, und die ſchwerere hängt am kürzern Arme, die leichtere am längern. Die Prüfung, ob eine Wage falſch ſey, läßt ſich leicht auf folgende Art anſtellen; man verwechſle die Schalen, ſo wird die ſchwerere Schale am längern Arm, und die leichtere am kürzern Arm kommen, mithin jene einen Ausſchlag geben. Es kann auch eine richtige Wage falſch werden, wenn ſich ihre Arme ungleich beugen, und folglich die Endpunkte a und b ungleiche Entfernungen vom Umdrehungspunkte erhalten. Inzwiſchen läßt ſich aber doch auch durch eine falſche Wage das Gewicht einer Ware oder einer andern Sache finden; wenn man zuerſt verſucht, was für ein Gegengewicht nöthig ſey, wenn die Ware in einer Schale liegt, um den Wagebalken in horizontale Stellung zu bringen; und ferner unterſucht wird, mit welchem Gegengewicht dasſelbe erfolgt, wenn die Wage in der andern Schale liegt; das wahre Gewicht der Ware zwiſchen beyden Gegengewichten iſt die geometriſche mittlere Proportionalgröße. Man ſetze nähmlich das Gewicht der Ware

 $= x$,

$= x$, und nehme an, daß p und r die in beyden Wagſchalen nöthigen Gegengewichte ſind, ſo hat man vermöge des Geſetzes des Hebels

$$bq : aq = p : x \text{ und}$$
$$bq : aq = x : r; \text{ mithin}$$
$$p : x = x : r, \text{ und } x = \sqrt{pr}.$$

Exemp. Es ſey $p = 16$ Unzen, $q = 15$ Unzen, ſo wäre $x = \sqrt{16 \times 15} = 15{,}49$ Unzen. In dieſem Falle hätte man alſo $bq : aq = 16 : 15{,}49 = 1600 : 1549$, mithin aq etwa um $\frac{50}{1600}$ oder $\frac{1}{32}$ kürzer, als bq.

Eine ſehr genaue Wage von **Ramsden**, welche ein Gewicht von 10 Pfunden halten kann, und auf ein Milliontheilchen des ganzen Gewichts einen Ausſchlag gibt, findet ſich beym **Rozier** α) und im Gothaiſchen Magazin β).

Für beſondere Abſichten erhalten auch die Wagen eigene Einrichtungen, von welchen **Leupold** γ) einige Arten beſchreibt. Eine beſonders für den Phyſiker merkwürdige iſt **Leupold's Univerſalwage**. Der Balken derſelben iſt ein hölzernes völlig reguläres Parallelipipedum, welches in eine Anzahl gleicher Theile getheilt, und mit gewöhnlichen unten abgeſchärften Zapfen in Pfannen, welche auf einem Stative ſich befinden, eingelegt. Hierzu gehören Schieber, an welche man Gewichte hangen, und ſie nach Belieben an jenen oder dieſen eingetheilten Punkt bringen kann. Da der Balken ſchon lang genug iſt, um ſeinen wagrechten Stand durch das Augenmaß deutlich zu erkennen, ſo bleiben Schere und Zunge weg. Durch dieſes Inſtrument laſſen ſich die meiſten Sätze der Theorie des Hebels und Schwerpunkts durch Verſuche prüfen, und wenn die Zapfen beweglich ſind, ſo kann man auch damit die Lehre von der verſchiedenen Empfindlichkeit der Wagen und der beſten Stelle des Aufhängungspunkts erläutern. Auch die Probierwage, welche

α) Journal de phyſique. Août 1788.
β) B. VI. St. 4. S. 100.
γ) Theatr. ſtatic. vniuerſ. Tab. V.

welche zu den feinſten Abwägungen gehört, beſchreibt Leupold, und noch deutlicher Cramer [α]).

Von der ganz gemeinen Wage kann Leupold nachgeleſen werden, ſo wie genauere Beſchreibungen von Wagen Roſenthal [β]) und Hanin [γ]) gegeben haben.

Die Theorie von den ſo genannten Schalwagen gibt Euler [δ]), und noch vollſtändiger Schmidt [ε]). Zugleich fügt letzterer eine Beſchreibung einer ſehr genauen und empfindlichen Wage bey, welche vom Herrn Hauff in Darmſtadt verfertigt iſt. Der Wagebalken an dieſer Wage iſt durchgehends von Eiſen gearbeitet, und ſeine beyden Arme ſtellen ein Paar gleiche und ähnliche achteckige abgeſtumpfte Pyramiden vor. Die Achſe iſt von gehärtetem Stahl, und hat die Geſtalt einer ſcharfen Schneide, deren Seitenflächen einen Winkel von 45° mit einander machen. Damit die Achſe der Linie dem Aufhängepunkte der Schalen ſo nahe gebracht werden könne, als man wolle, und damit die beyden Arme des Balkens mit leichter Mühe und vollkommen genau geſtellt werden könne, ſo ſind hierzu eigene Vorrichtungen angebracht. Zwey ſtählerne Schrauben, welche ſich in Spitzen endigen, befinden ſich an den Enden des Balkens, und eine davon ſpielt an einem meſſingenen Gradbogen auf und nieder, und gibt dadurch die Größe des Ausſchlagwinkels an; dagegen die andere den horizontalen Stand des Wagebalkens anzeigt, weil ſie auf eine am Geſtelle befeſtigte Schneide weiſet, während die erſte Spitze auf Null ſtehet. Auf ſolche Art iſt die Zunge entbehrlich, und die ganze Wage empfindlicher geworden.

Die

α) Elementa artis docimaſticae. Lugd. Batav. 1733. 8. Anfangsgründe der Probierkunſt überſ. von Gellert. Leipz. 1749. 2te Aufl. 1766. 8 Th. I. §. 304.

β) Acta Acad. elect. Mog. ad an. 1784. et 1785. Erford. 1786. 8. maj. N. 6.

γ) De bilancibus. comment. Petrop. To. X. p. 3.

δ) Theorie und Beſchreibung einer ſehr vollkommenen phyſ. Wage in deſſen Samml. phyſ. mathemat. Abhandl. B. I. Gießen 1793. 8. Gothaiſches Magazin für das Neueſte der Phyſ. u. Naturg. B. IX. St. 3. S. 71 f.

ε) Sammlung gemeinnütziger Maſchinen. Berl. u. Stralſund. 1778.

Die Schneide der Achſe ruhet auf den hohen Kanten zweyer Achatplättchen, welche an dieſer Kante kreisförmig abgeſchliffen ſind, ſo daß die Achſenſchneide eigentlich nur auf zwey horizontalen geraden Linien ruhet. Weil aber bey dieſer freyen Bewegung der Achſe auf ihren Unterlagen dieſelbe leicht aus der Mitte ihrer Unterſtützungen verrückt werden könnte (wodurch in dieſem Falle zwar keine Unrichtigkeit verurſacht, aber doch der Wagebalken in eine andere Ebene der Bewegung gebracht würde,), ſo iſt wiederum eine eigene Vorrichtung angebracht worden, wodurch man bloß durch ein Auf- und Niederſchrauben der Achatplättchen die verrückte Achſe viel genauer in ihre gehörige Lage ſtellen kann, als dieß nach dem Augenmaße aus freyer Hand zu bewerkſtelligen möglich wäre.

Die Wagſchalen ſelbſt ſind von dünnem Meſſingblech. Jede hängt an drey meſſingenen Kettchen, welche oben in einem ſtählernen Ringe zuſammengefaßt ſind, mittelſt deſſen ſie an den Häkchen des Wagebalkens hängen. Die Häkchen ſo wohl, als auch die Kettenringe hängen auf Schneiden, ſo daß der Zug der Gewichte beſtändig nach lothrechten Richtungen erfolgen muß.

Da dieſe Wage bey ihrer außerordentlichen Empfindlichkeit durch die geringſte Bewegung der Luft in Unruhe gebracht wird, und außer dem möglichſt vor dem Staube bewahrt werden muß, ſo kann man ein gläſernes Gehäuſe darüber machen laſſen, auf deſſen Vorderſeite zwey Flügelthüren angebracht ſind, damit man, ohne das Inſtrument aus dem Gehäuſe zu nehmen, alle bey einem genauen Abwägen nöthigen Arbeiten verrichten könne.

Der Wagebalken ſelbſt wird auf folgende Art gleicharmig geſtellt. Nachdem man die meſſingene Fußplatte durch eine Waſſerwage horizontal gemacht hat, bringt man die Schneide und den Punkt Null des Gradbogens in einerley ſenkrechten Höhe über die Fußplatte; alsdann ſchraubt man die Unterſtützung des Wagebalkens ſo lange hin und her, bis ſie ſich mit eben gedachtem Punkte in einer wagrechten Ebene

Ebene befindet. Dieß iſt der Fall, wenn die Spitzen des Wagebalkens im horizontalen Stande zugleich auf die Schneide und auf die Null treffen, und bey einem geneigten Stande die eine Spitze ſo viel über dieſe Horizontallinie erhaben, als die andere darunter vertieft iſt. Hierauf werden zwey gleiche Gewichte, vor der Hand in einerley Wagſchale, möglichſt genau abgewogen, der Wagebalken wird nach hinweggenommenen Schalen durch Verſchraubung zweyer Meſſingblättchen an den Spitzen für ſich ins Gleichgewicht gebracht; hernach an beyden Enden mit den gleichen Gewichten belaſtet, und ſodann die beſondern meſſingenen Stücke ſo lange hin und her geſchraubt, bis beyde Gewichte, ſie mögen verwechſelt werden, wie ſie wollen, den Wagebalken in einer horizontalen Stellung erhalten. Da nun aber bey Verlängerung und Verkürzung des Armes auch das Moment desſelben verändert wird, ſo muß man, wenn der Wagebalken mit den Gewichten horizontal ſtehet, dieſelben wieder abnehmen, um zu ſehen, ob er es auch ohne Gewicht bleibt. Geſchieht dieß nicht, ſo muß man es durch Verſchraubung des Meſſingblättchens an der Spitze zu bewerkſtelligen ſuchen, und ſo lange abwechſelnd den Wagebalken bald mit, bald ohne Gewichte probiren, bis er unter dreyerley Umſtänden horizontal ſtehen bleibt Eine vollkommene Abgleichung dieſer Art erfordert viel Zeit und Geduld. Herr Schmidt hat bey ſeiner Wage die beyden Arme bis auf $\frac{1}{10000}$ der ganzen Länge abgeglichen. Der Beweis für dieſe Angabe iſt ſehr lehrreich; eben ſo wie die beygebrachte Methode, nach welcher er die Gewichte bis auf Viertel von Richtpfennigstheilen abgeglichen hat.

Die größte Laſt, welche auf dieſer Wage abgewogen werden kann, ohne daß ihr Bau im mindeſten dadurch leidet, iſt 1 bis $1\frac{1}{2}$ Pfund in jeder Schale. Bey 1 Pfund gibt ein Richtpfennigstheil an einer Seite zugelegt $\frac{1}{2}$ Grad Ausſchlag. Iſt die Wage durch keine andere Gewichte, als die bloßen Schalen, beſchwert, ſo gibt ſie $\frac{1}{4}$ Richtpfennigstheil mit $\frac{1}{2}$ Grad Ausſchlag an.

Die Ramsdenſche und Hauſſiſche Wage beſitzen zwar beyde eine ſehr große Empfindlichkeit; allein ſie haben doch dieſe Unbequemlichkeit, daß ſie erſt nach einer langen Vorbereitung, und daher nicht allenthalben gebraucht werden können. Dieſer Unbequemlichkeit abzuhelfen, und zugleich eine ſolche Wage zu beſitzen, welche ſich bequem fortragen und ohne vorhergehende horizontale Stellung benutzen laſſe, erfand Herr **Lüdicke** *) eine eigene Vorrichtung, welche ſo empfindlich iſt, daß, wenn in jeder Wagſchale 1 Pfund liegt, der Zeiger ſehr deutlich $\frac{1}{5}$ eines Decotenaſſes bemerkt. Er zeigt daher $\frac{1}{48580}$ desjenigen Gewichts an, welches in der Schale liegt.

Die Länge des Balkens an dieſer Wage iſt 18 Dresdner Zoll, in der ganzen Länge $\frac{1}{2}$ Zoll breit oder dick, und in deſſen Mitte (fig. 24.) bey c i hat er eine Länge von 3 Zoll, da, wo die viereckte Hülſe aufgeſchoben iſt die größte Höhe oder Stärke von beynahe $\frac{3}{4}$ Zoll. Uebrigens iſt dieſer Balken von Eiſen gearbeitet. Die vierkantige meſſingene Hülſe c i ſchließt ſehr ſcharf an, und kann mittelſt der Schrauben d d feſtgeſtellt werden. Sie führt unten die beyden meſſingenen Bänder, welche den Weiſer m n tragen. Die vordere und hintere Wand dieſer Hülſe iſt in ihrer Mitte durchſchnitten, damit der viereckige meſſingene Rahmen f g ſich in dieſem Durchſchnitte herauf und herunter bewegen kann. Die höhere oder tiefere Stellung dieſes Rahmens geſchieht mit Hülfe der beyden Gegenſchrauben e e, welche auf der obern und untern Wand der Hülſe aufſitzen. In der Mitte dieſes Rahmens ſind auf beyden Seiten die ſtählernen Zapfen befeſtigt, welche, wie gewöhnlich, eine ſcharfe Kante haben, mit welchen ſie in den flach ruhenden Lagern aufruhen. An den Enden laufen dieſe Zapfen da, wo ſich die ſcharfe Kante endigt, in eine ein wenig ſtumpf geſchliffene Spitze aus. Dieſe Spitzen der Zapfen dienen dazu, daß ſo wenig als möglich Friktion entſtehe. Denn die Weite der Zange iſt genau

*) Beſchreibung einer genauen und bequemen Wage nach einer neuen Vorrichtung in Gilbert's Annalen der Phyſik. B. I. S. 123 ff.

genau ſo eingerichtet, daß nur ein kleiner Spielraum für dieſe Spitzen übrig bleibt, damit das Hin- und Herſchieben der Zapfen an den Lagern verhüthet werde.

Auf die beyden Enden des Wagebalkens ſind die Stahlplatten a b und k l mit zwey Schrauben aufgeſchraubt, welche die ſtählernen ſcharfen Zapfen führen, auf den die Oehre vom ſtarken Drahte hängen. Die ſcharſe Kante dieſer Zapfen neiget ſich von der Mitte ein wenig herunter, oder hat eine ſehr flache Einbiegung, damit ſich die Oehrchen nicht hin und her ſchieben können. Dieſe Oehrchen haben nur eine ſchwache Federhärte, aber die Stahlplatten und alle Zapfen haben die Härte der ſchneidenden Werkzeuge bey Eiſen- und Stahlarbeiten. Die gleiche Länge der Arme des Wagebalkens wird zuförderſt ſo nahe als möglich durch das Hin- und Herſchieben der Hülſe c i beſtimmt; die feinere Beſtimmung der gleichen Längen hingegen geſchieht durch Verrückung einer der Stahlplatten a b oder k l. Dieſe Stahlplatten haben zu dieſer Abſicht langrunde Löcher, durch welche die Schrauben gehen. Zu mehrerer Bequemlichkeit kann man auch hier, wie bey der Hauffſchen Wage, eine Zugſchraube anbringen.

Das Geſtell der Wage beſteht aus einem Bodenbret, in welches eine ſenkrechte Säule befeſtigt iſt, welche oben einen Arm trägt. Auf jeder Seite dieſes Armes iſt eine meſſingene Platte geſchraubet, welche die Zapfenlager der Zapfen für die Schere enthalten. Durch Hülfe dieſer Zapfen bewegt ſich die Schere vor- und rückwärts. Innerhalb der beyden Lappen der Schere ſind zwey Meſſingplatten angeſchraubt, welche die Zapfenlager der Zapfen h h enthalten. Es wird daher durch die Bewegung dieſer Zange bewirkt, daß die Zapfen h h jedesmahl eine horizontale Lage haben. An den beyden Außenſeiten der Schere befinden ſich zwey ſtählerne Zapfen, deren ſcharſe Kanten in die Höhe gerichtet ſind, und mit den Kanten der ſcharfen Zapfen h h in geraden Linien liegen. Um dieß deſto bequemer bewerkſtelligen zu können, ſind die ſtählernen Zapfen an die innerhalb der

Schere befeſtigten Platten eingeſchraubt, und gehen durch die Seitenwände der Schere hindurch; an dieſen Zapfen hängt eine andere Schere, welche oben weit genug iſt, um ſich frey bewegen zu können; unten aber braucht ſie nicht viel weiter zu ſeyn, als zur freyen Bewegung des Weiſers nöthig iſt. An dem untern Ende führt dieſe Zange ein Gewicht, das ſich der richtigen Stellung wegen verſchieben und ſtellen läßt, und welches beyde Scheren in einer vertikalen Richtung erhält. Dieß Gewicht welches nach Umſtänden ½ Pfund oder 1 Pfund ſchwer, oder noch ſchwerer ſeyn kann, hat unten eine Schraube mit einem breiten Kopfe, über welchem ſich ein federhart geſchlagenes Meſſingblech befindet, das ſich um einen Stift herum drehet, und vermittelſt ſeiner Elaſticität die beyden Zangen feſt hält, damit ſie ſich nicht bewegen können, wenn man die Wage forttragen will. Alle ſechs Zapfenlager bey dieſer Wage ſind von einer guten Spiegelmaſſe, welche in das Meſſing eingelöthet worden, verfertigt.

Bey dem Gebrauche gewährt dieſe Wage viel Bequemlichkeit, da man vor ihr ſitzen, und in gleicher Höhe mit den Schalen den Weiſer zwiſchen den feinen Drähten bemerken kann. Eben dieſe Bequemlichkeit hat Herrn **Lüdicke** veranlaßt, einen heruntergehenden Weiſer zu wählen. Die vertikale Richtung des Weiſers ſo wohl als der beyden Abſehen an der unterſten Zange wird durch Umdrehung des Wagebalkens in der obern Zange berichtiget. Die Berichtigung der gleichen Länge beyder Arme des Wagebalkens geſchieht vermittelſt zweyer gleich ſchweren Gewichte, die man in den Wagſchalen verwechſelt, und nach deren Anzeige einen Arm durch Verrückung der Stahlplatte mit dem Zapfen kürzer oder länger macht. Das Gegengewicht des Weiſers, welches ein Schraubenkopf iſt muß mit dem Weiſer in einer vollkommen geraden Linie liegen. Hiervon überzeugt man ſich, wenn der Ausſchlag, oder der Bogen, den der Weiſer mit der Vertikallinie einſchließt, bey einerley Uebergewichte auf beyden Seiten gleich groß iſt.

Ob

Ob nun gleich das Gewicht des Weiſers durch ein Gegengewicht über dem Ruhepunkte ganz aufgehoben werden kann, ſo muß deſſen ungeachtet bey jeder Wage ein unaufgehobenes Gewicht unter dem Ruhepunkte übrig bleiben, weil die Wage nicht gehörig einſpielen, ſondern bald auf dieſe bald auf jene Seite hin ſchwanken würde, wenn der Schwerpunkt nicht ein wenig tiefer, als der Ruhepunkt, läge. Wollte man dieſes unaufgehobene Gewicht in einem gewiſſen Punkte des Weiſers annehmen, oder auf dieſen Punkt reduciren, ſo entſtänden folgende Fragen: 1) wie groß dieſes unaufgehobene Gewicht ſey, und 2) was es für einen Nachtheil für die Wage hervorbringe. Herr Lüdicke findet jenes Gewicht 22,9 Aß. Bey der Unterſuchung der zweyten Frage findet er bey einem 10 Mahl ſo großen Uebergewichte den Ausſchlagewinkel 4° 59′ 15″, mithin um 45″ kleiner, als der 10fache Winkel hätte ſeyn ſollen; bey einem 30fachen Uebergewicht findet er den Winkel um ¼ Grad zu klein, als er hätte ſeyn ſollen. Daraus erhelle, daß zwar die von der Vertikallinie weiter entferntern Grade des Gradbogens eigentlich kleiner werden müßten, daß aber auch dieſer Fehler bey dieſer Einrichtung faſt zu klein ſey, als daß er in Betrachtung gezogen zu werden verdiente, da ohnehin die Grade des Gradbogens zur Beſtimmung des Uebergewichts bey allen Wagen nur als ein näherungsweiſes Maß anzuſehen wären. Denn bey ſchwerern Gewichten falle der Schwerpunkt tiefer unter den Ruhepunkt, als bey leichtern; das aufgehobene Gewicht werde größer, und die Winkel würden kleiner.

Uebrigens beſäßen die gemeinen Wagen mit den heraufgehenden Weiſern, wenn ſie ſorgfältig bearbeitet ſind, eine gewiſſe Flüchtigkeit, welche noch einige Bemerkungen verdienten. Wenn das unaufgehobene Gewicht der Wage, ohne Weiſer betrachtet, das einzige der Schwere des Weiſers vollkommen angemeſſene Gegengewicht wäre, und alſo deren Momente einander vollkommen gleich kämen, ſo befände ſich der Schwerpunkt der Wage nebſt Weiſer in dem Ruhepunkte, und die Wage würde nicht einſpielen. Wenn hingegen ein

ſolcher Weiſer ſein eigenes, ihm angemeſſenes, Gegengewicht hätte, welches ſich vollkommen in ſeiner verlängerten Richtung unterhalb des Ruhepunkts befinde, ſo werde eine ſolche Wage mit den vorhergehenden Wagen, wenn alles Uebrige gleich ſey, übereinkommen; die mittleren Grade würden gleich, und die entferntern etwas kleiner werden. Um aber die Flüchtigkeit dieſer Wage zu befördern, nehme man aus beyden Fällen das Mittel, und gebe dem Weiſer ein kleineres Gegengewicht, als ſein Gewicht erfordere, damit ein Theil vom Gewichte des Weiſers einen Theil des unaufgehobenen Gewichts der Wage, wenn der Schwerpunkt aus der Vertikallinie gerückt ſey, aufhebe. Hierdurch werde daher der Winkel, den die Zunge mit der Gabel einſchließe, größer gemacht; welches für dieſe Art von Wagen, wobey man bloß auf den erſten Ausſchlag ſehe, ſehr vortheilhaft ſey. Da hiernächſt das Gegengewicht des Weiſers in dem priſmatiſchen Stücke des Wagebalkens unterhalb der Zapfen vertheilt ſey, ſo werde nun ein Theil dieſes Gegengewichts auf der entgegengeſetzten Seite der Vertikallinie fortrücken, wenn die Wage auszuſchlagen anfange, und der Weiſer werde daher auch in dieſer Rückſicht einen größern Bogen beſchreiben, als wenn das Gegengewicht in der verlängerten Richtung des Weiſers gelegen hätte, und zwar bis dahin, wo das Gegengewicht ganz außerhalb der Vertikallinie liege. Solchem nach hingen die Grade des Bogens zugleich von der Geſtalt des priſmatiſchen Stücks ab; in der Nähe der Gabel wären ſie viel größer; die mittleren Grade wären ungleich, und die letztern kleiner. Man würde daher nicht wohl thun, wenn man eine auf dieſe Art eingerichtete Wage mit einem Gradbogen verbinden wollte. Dieſer Fehler in Rückſicht des Gradbogens laſſe ſich jedoch bey dieſer Wage dadurch verbeſſern, daß man in der Richtung des Weiſers unterhalb des Ruhepunktes ein Stäbchen anbringe, an welchem ſich das Gegengewicht des Weiſers befinde. Alsdann falle aber der vorhin bemerkte Vortheil, ihre beſondere Flüchtigkeit, hinweg.

Auch

Auch diejenigen Wagen, welche keinen beſondern Weiſer hätten, und wo die Arme des Wagebalkens die Stelle des Weiſers verträten, ſeyn von jener Abweichung nicht gänzlich frey. Auch bey ihnen finde ein nicht unaufgehobenes Gewicht Statt, welches bey ſchwereren Gewichten, die man auf denſelben abwägen wolle, ſchwerer werden, und die äußerſten Grade etwas kleiner machten. Wenn aber die darauf zu wägenden Gewichte meiſten Theils beynahe dieſelben, oder wenigſtens nicht viel größer oder kleiner würden, als das Gewicht, für welches man die Wage eingerichtet habe, ſo ſey dieſe Art die einfachſte und ſicherſte für Gradbogen ganz vorzüglich zu empfehlen.

M. ſ. Karſten Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. III. Statik. Abſchn. V.

Wage, hydroſtatiſche (bilanx hydroſtatica, balance hydroſtatique) iſt eine Art der gemeinen Wagen, welche ſich von den gewöhnlichen bloß darin unterſcheidet, daß ſie empfindlicher, feiner, und zu der Abſicht, Körper in flüſſigen Materien abzuwägen, eingerichtet iſt. Dieſerwegen werden die Wagſchalen unten mit einem Häkchen verſehen, um diejenigen Körper, welche in flüſſige Materien eingetaucht werden ſollen, mittelſt Fäden oder Pferdehaare anzuhängen. Zu einer ſolchen Wage gehört eine eigene Geräthſchaft, um alle mögliche Körper, feſte und flüſſige, in flüſſigen Materien abzuwägen. s'Graveſande [a]) beſchreibt eine ſolche Wage mit allem dazu gehörigen Apparate ſo wie ſie eingerichtet ſeyn muß, wenn man alle mögliche Schärfe ſucht. Eine andere Einrichtung beſchreibt Muſſchenbroek [β]), wozu man leichter gelangen kann, ob ſie gleich nicht ſo viele Schärfe, wie die s'Graveſandiſche verſpricht. Indeſſen iſt ſie doch zu den gemeinſten Verſuchen immer ſehr brauchbar. Ihre Einrichtung iſt folgende. Der Wagebalken, auf welchem die Zunge ſenkrecht ſteht, wird mit ſeinen Zapfen auf die Zapfenlager gelegt, welche eine Stütze trägt. Eine Scheibe,

 welche

a) Elementa phyſices mathem. Tom. I. lib. III. cap. III. p. 421. ed. 4.
β) Element. phyſ. cap. XXIV. §. 677.

welche an dem einen Ende des Wagebalkens angehängt wird, iſt unten mit einem kleinen Haken verſehen, an welchem ein Stück maſſives Glas (eine Glasperle,) mittelſt eines Pferdehaars aufgehängt werden kann. Man wählt Glas dieſerwegen, weil Metalle von ſcharfen flüſſigen Materien angegriffen werden würden. Am andern Ende des Wagebalkens muß ein Gegengewicht hängen, welches mit der Glasperle und der Scheibe in der Luft das Gleichgewicht hält. Wird hiernächſt die Glasperle in eine flüſſige Materie getaucht, ſo gibt alsdenn das Gegengewicht einen Ausſchlag, und man muß auf die Scheibe ſo viele Gewichte hinzulegen, bis das Gleichgewicht hergeſtellt iſt. Auf ſolche Art erfährt man den Verluſt des Gewichts der Glasperle in der flüſſigen Materie. Eine ähnliche Einrichtung der hydroſtatiſchen Wage beſchreibt **Daniel Menlös** α) in einer eigenen Abhandlung.

Eine ziemlich genaue hydroſtatiſche Wage, welche angeblich von **Hawksbee'n** erfunden ſeyn ſoll, und von **Leupold** in Leipzig verfertigt worden, findet man abgebildet beym **Wolff** β). An dieſer Wage iſt die Zunge ſo angebracht, daß ſie ganz frey am Wagebalken unterwärts hängt. An der Stütze, welche den Wagebalken trägt, hängt ein längliches Körper, wie ein Perpendikel, frey herunter, und zwar ſo, daß eine auf deſſen Mitte gezogene gerade Linie allemahl die Vertikallinie zeigt, das Inſtrument mag ſtehen, wie es wolle. Es ſteht alſo die Wage horizontal, wenn die Zunge dieſe Linie deckt.

Eine andere ſehr bequeme Einrichtung einer hydroſtatiſchen Wage beſchreibt **Nollet** γ), welche er zu ſeinen gewöhnlichen Verſuchen gebrauchte. Auf dem Deckel eines hölzernen mit Bley ausgefütterten Kaſtens, 20 Zoll lang, 6 Zoll breit und hoch, ſtehen nach der Reihe drey Gefäße, welche unten durch eine kupferne im Innern des Kaſtens befindli-

α) Kort Beſkrifning of den Hydroſtatiſken Wåg-Balken, ſamt Underrättelſe om deſs Bruk och Nytta. Stockh. 1728.
β) Nützliche Verſuche, Th. I. §. 209.
γ) Kunſt, phyſikaliſche Verſuche anzuſtellen, Th. II. Leipz. 1775. 8.

findliche Communicationsröhre unter einander in Verbindung ſtehen. Dieſe Röhre beſitzt vier Hähne, wovon zwey auf dem Deckel und die beyden andern an den beyden ſchmalen Seitenflächen des Kaſtens befindlich ſind. Das mittlere grö- ßere Gefäß auf dem Deckel des Kaſtens hat einen zinnernen Deckel, welcher eine Dülle trägt, auf der die Hülſe mit den Pfannen für die Zapfen des Wagebalkens ſteckt. An den En- den dieſes Wagebalkens hängen lothrecht über die Oeffnungen der beyden andern Gefäße die beyden Wagſchalen unten mit Häkchen verſehen, um die abzuwägenden Körper daran hän- gen zu können. Beym Gebrauche dieſes Werkzeuges wird das mittlere Gefäß mit der flüſſigen Materie angefüllt, in- dem alle Hähne verſchloſſen ſind. Will man alsdann einen an den Haken der einen Schale gebrachten Körper in die flüſ- ſige Materie eintauchen, ſo öffnet man nur denjenigen Hahn, durch welchen die flüſſige Materie in das nöthige Gefäß läuft. Wenn man auch einen an dem andern Haken der Schale hängenden Körper in die flüſſige Materie bringen will, ſo werden beyde auf dem Deckel des Kaſtens befindliche Hähne geöffnet, wodurch ſich beyde Gefäße anfüllen. Soll endlich der eine Körper nicht mehr eingetaucht ſeyn, ſo läßt man die Flüſſigkeit durch die Oeffnung des an der Seitenfläche des Kaſtens befindlichen und zum Gefäße gehörigen Hahn ab- fließen.

Um ſolche Körper, welche ſpecifiſch leichter ſind, als die- jenige flüſſige Materie, worein ſie eingetaucht werden ſollen, in denſelben abzuwägen, iſt gewöhnlich bey dem zur hydro- ſtatiſchen Wage gehörigen Apparate ein Glaseimer mit einem von Draht gegitterten Deckel befindlich, in welchen ſolche Körper gebracht werden können.

Auch hat Brander *) ſeine nach Lambert's Vorſchrif- ten zur Beſtimmung des Salzgehalts der Solen eingerich- tete Wage zum allgemeinen hydroſtatiſchen Gebrauch einge- richtet. Sie ſtellt ſich von ſelbſt mit dem, was in die flüſ- ſige Materie eingetaucht wird, ins Gleichgewicht, und gibt

Hh 3 auf

*) Beſchreibung einer neuen hydroſtatiſchen Wage. Augsb. 1771. 8.

auf einem eingetheilten Limbus das Verhältniß der ſpecifiſchen Gewichte der verſchiedenen flüſſigen Materien und des Waſſers, oder auch des Gewichts eines Cubikzolls der flüſſigen Materie an. Ihre runden polirten ſtählernen Zapfen laufen auf zwey eingelegten Glascylindern mit ungemein geringer Friktion. Als Solwage kann dieſes Inſtrument nützlich aber doch nicht zuverläſſig ſeyn, weil **Lambert** die Grade nach Auflöſungen reiner Salze beſtimmt hat, da doch die gewöhnlichen Salzſolen viele Unreinigkeiten enthalten.

Ramsden *) beſchreibt unter dem Nahmen einer **hydrometriſchen Wage** folgende Vorrichtung. Sie beſteht aus einem meſſingenen Hebel (fig. 25.) ungefähr $4\frac{1}{2}$ Zoll lang, der ſich um eine Achſe dreht. An dem einen Ende des Hebels iſt ein Haken, woran eine Glaskugel mittelſt eines Pferdehaars hängt. Die Achſe des Hebels drehet ſich in den Löchern zweyer Stützen herum. Dieſe Stützen ſind ſo eingerichtet, daß ſie ſich beym Druck auf einen Kopf etwas aus einander begeben, wenn man im nöthigen Falle den Hebel aus ſeinem Lager herausnehmen will. An dem Hebel ſelbſt befindet ſich ein Schieber oder Laufer, der nach Gefallen bald an dieſe bald an jene Stelle gebracht werden kann. In den Hebel aber ſind zwey Skalen eingegraben, von welchen die eine das eigentliche Gewicht der zu unterſuchenden Flüſſigkeit anzeigt, die andere aber die Menge der geiſtigen Theile, einer aus Waſſer und Weingeiſt beſtehenden Flüſſigkeit, in Hundertheilen des Raums angibt. Die erſtere Skale hat 200 Abtheilungen, wovon die letzte gleich an dem Haken mit 1000 bezeichnet iſt; die übrigen gehen von 10 zu 10, alſo auf 990, 980 u. ſ. bis auch 800 fort. Die andere Skale enthält nur 100 Abtheilungen, welche am Ende des Hakens anfangen, und allemahl bey der 10ten mit Ziffern verſehen ſind, z. B. 0, 10, 20 u. ſ. bis zu 100. Die Zeiger dieſer Abtheilungen befinden ſich am Schieber.

Das

*) An account of experiments to determine the ſpecific gravities of fluids etc. Lond. 1792. 4. Gothaiſch. Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. und Naturg. B. VIII. St. 3. S. 60.

Das Gefäß, welches die flüſſige Materie enthält, kann von Glas und von Metall ſeyn. Um es bequem von einem Orte zum andern tragen zu können, iſt es ſo eingerichtet, daß ſich die Stützen an den Rand desſelben befeſtigen laſſen.

Der Gebrauch dieſer Wage iſt folgender; man gießt eine hinlängliche Menge der zu unterſuchenden flüſſigen Materie in das Gefäß, und legt die Stütze an den Rand desſelben. Hierauf bringt man den Hebel in ſein Lager, und ſenkt die Kugel in die flüſſige Materie; den Schieber verrückt man aber ſo lange, bis man das Gleichgewicht erhalten hat, ſo wird dann der Zeiger des Schiebers ſo wohl das ſpecifiſche Gewicht der flüſſigen Materie in Tauſendtheilen auf der einen Skale, als die Menge des Weingeiſtes, der ſich in der Flüſſigkeit befindet, auf der andern Skale in Hunderttheilen dem Raume nach bey einer beſtimmten Temperatur angeben.

Auch hat Herr **Schmidt** die im vorigen Artikel beſchriebene phyſikaliſche Wage zum Gebrauch bey hydroſtatiſchen Verſuchen eingerichtet. Es iſt nähmlich die metallene Fußplatte des Geſtelles ſenkrecht unter dem Aufhängepunkte der einen Skale durchbohrt. Eine ähnliche, aber etwas größere, Oeffnung befindet ſich auch in dem hölzernen Boden des Gehäuſes, welche ſich auch mittelſt eines Schiebers verſchließen läßt. Bey den hydroſtatiſchen Verſuchen nimmt man die eine Wagſchale weg, und hängt ſtatt derſelben eine längere Kette an, welche in das untergeſetzte Gefäß reicht.

Sonſt verſteht man auch unter dem Nahmen der **hydroſtatiſchen Wagen** ſolche Vorrichtungen, welche zur Beſtimmung der ſpecifiſchen Gewichte der flüſſigen Materien dienen, z. B. die Aräometer, von welchen ein eigener Artikel handelt. Verſchiedene Schriftſteller nehmen die Ausdrücke Aräometer und hydroſtatiſche Wage für gleichbedeutend. So beſchreibt **Wolff** die oben angeführte Hawksbeen'ſche hydroſtatiſche Wage unter dem Nahmen eines Aräometers.

M. ſ. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. III. Hydroſtatik. Abſchn. VI.

Wage des Roberval (vectis Roberualii, balance de Roberval). Unter dieſem Ausdrucke iſt eine Art von zuſammengeſetzten Hebel bekannt, welche im ſiebenzehenten Jahrhunderte Dr. Roberval den Mathematikern als ein mechaniſches Paradoxon vorlegte *), weil daran Kräfte, die einmahl im Gleichgewichte ſind, beſtändig in dieſem Gleichgewichte bleiben, in was für eine Entfernung vom Ruhepunkte ſie man auch bringen mag, ja ſogar, wenn ſie ſich beyde auf der einen Seite des Ruhepunkts befinden.

Die vier Regeln (fig. 26.) a b, b c, c d, d a bilden zuſammen ein Parallelogramm, und ſeyn durch vier Nägel a, b, c, d dergeſtalt mit einander verbunden, daß ſie ſich um ſelbige frey drehen können. Die beyden Regeln a b und d c ſind in der Mitte mit den beyden andern Regeln e und f, an das Fußgeſtelle g h ſo befeſtigt, daß ſie ſich ebenfalls um ſelbige drehen laſſen. Auf ſolche Art kann das ganze Parallelogramm die punktirte Lage annehmen, jedoch ſo, daß die beyden gegenüberſtehenden Seiten beſtändig gleich und parallel, und a d und b c immer vertikal bleiben. Bringt man nun an dieſe Regeln a d und b c die Arme m i und n o ſenkrecht an, und befeſtigt dieſelbe bey p und q ſo, daß ſie ſich nicht drehen können, ſo werden die gleichen Gewichte k und l im Gleichgewichte ſeyn, an was für Punkten der Arme m i und n o ſie auch hängen mögen. Man hänge z. B k an m und l an o, wie es die Figur vorſtellt, ſo wird Alles im Gleichgewichte ſeyn, obgleich k dem Ruhepunkte oder der ſtehenden Säule g h näher, als l ſcheint.

Weil die Regel i m bey p ganz feſt iſt, ſo kann das in m aufgehangene Gewicht k nicht anders wirken, als wenn es in p angebracht nach der vertikalen Richtung a d wirkte. Wenn ſich hingegen das Gewicht um p drehen könnte, ſo würde alsdann das Moment k . m p in Betrachtung gezogen werden müſſen; weil aber dieſe Umdrehung wegen der Befeſtigung in p nicht Statt finden kann, ohne zugleich die Regel a d aus der vertikalen Lage zu bringen, ſo wird durch dieſes ſtatiſche

*) Journal des ſavans, ed. Amſt. 1670. p. 588 ſqq.

ſtatiſche Moment bloß eine Stemmung der beyden Regeln a b und c d gegen die Nägel e und f zu Wege gebracht, und die ziehende Kraft nach der vertikalen Richtung an dieſer Regel i m iſt weder ſtärker noch geringer, als wenn k an p ſelbſt angebracht wäre, indem dieſer Ruhepunkt des Hebels i p m das Gewicht p mit zu tragen bekommt. Die nähmliche Beſchaffenheit hat es mit dem Gewichte l. Mithin bleibt Alles im Gleichgewichte, wenn nur p und q gleich weit von e f entfernt ſind, und auf beyden Seiten Alles gleich ſchwer iſt.

Der nähmliche Erfolg wird Statt haben, wenn der feſte Arm i m bis r verlängert würde, und k in r hinge, in welchem Falle k und l auf einerley Seite des Ruhepunkts zu hängen ſcheinen. Hierbey würde aber natürlich vorausgeſetzt werden müſſen, daß das Gewicht des Arms i r eben ſo ſchwer, als der kürzere n o ſeyn müßte, wenn die Wage im Gleichgewichte ſeyn ſollte.

Briſſon gibt von dem Gleichgewichte dieſer Wage einen ſcharfen Beweis, der ſich auf die Zerlegung der Kräfte gründet.

M. ſ. **Leupold** theatr. ſtatic. vniuerſ. p. 59. Tab. XVII. fig. 2. 3. *Briſſon* dictionn. raiſonn. de phyſ. art. *Levier.*

Wagen, elektriſcher (currus electricus, charriot électrique). Ein eigener Apparat, welcher dazu dient, einen elektriſchen Drachen ſelbſt beym Daſeyn eines heftigen Gewitters in die Atmoſphäre aufſliegen zu laſſen, ohne daß diejenige Perſon, welche den Verſuch anſtellt, irgend eine Gefahr wegen des Erſchlagens zu befürchten hat. Im Jahr 1753. hatte **de Romas** bey einem Verſuche mit dem elektriſchen Drachen ſehr gefahrvolle Wirkungen wahrgenommen. M. ſ. **Drache, elektriſcher.** Da nun **de Romas** dadurch auf die nicht ungegründete Vermuthung kam, daß man bey der Annäherung des Gewitters den Blitz ſelbſt auf ſich leiten könnte, wenn man den Drachen zu dieſer Zeit ſteigen ließe, und dabey die Schnur mit der Hand halten müßte, ſo ward er dadurch veranlaßt, einen Wagen mit drey Rädern zu erfinden, welcher eine Haspel trägt, aus der die leitende Schnur des Drachen gewunden iſt. Dieſer Wagen wird

von dem Experimentator in einiger Entfernung durch ſeidene Schnüre ſo regiert, wie es die Gewalt des Windes und die Abſichten des Verſuchs verlangen. Die Einrichtung iſt hierbey ſo gemacht, daß man dem Wagen alle mögliche Wendungen geben, die Schnur aufhalten und loslaſſen, den Haspel iſoliren oder mit der Erde verbinden, mit einem Worte, Alles, was man nur verlangt, mit der Schnur vornehmen kann, ohne ihr nahe zu kommen, oder auf die ganze Einrichtung anders, als durch ſeidene Schnüre zu wirken. Die Maſchine ſelbſt hat Briſſon abgebildet. Jetzt iſt der elektriſche Wagen entbehrlich, da man leichtere und ſicherere Mittel hat, die Elektricität ohne Gefahr zu beobachten, und die elektriſchen Drachen bloß zu ſchwachen Elektricitäten gebraucht. M. ſ. Elektricitätszeiger.

M. ſ. *Briſſon* dict. raiſonn. de phyſique: art. *Chariot électrique.*

Wagrecht ſ. Horizontal.

Wahlverwandtſchaft ſ. Verwandtſchaft.

Wanken der Erdachſe, Schwanken, Nutation (nutatio, deviatio, nutation, deviation). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man eine kleine periodiſche Bewegung der Erdachſe, welche von der Anziehung des Mondes auf die ſphäroidiſche Geſtalt der Erde bewirkt wird. Es hat nähmlich der Mond auf die Vorrückung der Nachtgleichen, welche jährlich 51 Sekunden ausmacht, den größten Antheil; es kann aber dieſer nicht alle Jahre gleichförmig ſeyn, weil ſich die Lage der Bahn des Mondes periodiſch verändert, ſo wie ſeine Knoten zurückweichen, und er mehr oder weniger wie die Sonne ſich vom Aequator entfernt. Dadurch verurſacht er, daß der Winkel der Erdachſe mit der Fläche ihrer Bahn, oder auch die Schiefe der Ecliptik aufs höchſte um 9″ größer oder kleiner wird. Dieſes Wanken hat eine Periode von etwa 18 Jahren, weil die Mondknoten in dieſer Zeit den Himmel von Morgen gegen Abend herumkommen, und die Achſe der Erde einen kleinen Kreis von 18″ im Durchſchnitte um die wahren Pole beſchreibt.

Flamſtead α) vermuthete ſchon durch Veranlaſſung der Newtoniſchen Theorie der Mechanik des Himmels eine Nutation der Erdachſe, ſo wie auch Römer in einem von Horrebow β) angeführten Aufſatze vom Jahre 1692. ähnliche Gedanken geäußert hat. Allein damahls waren die Inſtrumente noch viel zu unvollkommen, um ſolche ſeine Bewegungen mit entſcheidender Gewißheit zu beſtimmen.

Als **Jakob Bradley** durch ſeine in den Jahren 1725. bis 1728. gemachten Beobachtungen eine kleine jährliche Bewegung an den Firſternen entdeckte, ſo ſuchte er dieſe ebenfalls aus einem Wanken der Erdachſe zu erklären; allein bey genauerer Unterſuchung fand er, daß dieſe Bewegung eine ganz andere Urſache haben müſſe. M. ſ. **Abirrung des Lichts.** Bey dieſen äußerſt genauen Beobachtungen nun, welche er über dieſe Abirrung bis zum Jahre 1747. fortſetzte, bemerkte er eine neue Verſchiedenheit in der Größe, um welche das Vorrücken der Nachtgleichen die Abweichungen der Firſterne änderte.

Im Jahre 1727., als der aufſteigende Knoten des Mondes in den Frühlingspunkt kam, ſchien das Fortrücken der am Colur der Nachtgleichen ſtehenden Sterne etwas größer, als ſonſt, geworden zu ſeyn. Im Jahre 1732., als der Knoten des Mondes bis zum Winterpunkte zurückgekommen war, hatte es ſeine gewöhnliche mittlere Größe; in den darauf folgenden Jahren ward es geringer bis 1736., wo der Mondsknoten in die Herbſtnachtgleiche traf. In der andern Hälfte des Umlaufs der Mondknoten nahm das Fortrücken der Nachtgleichen wieder zu, ſo daß es 1741. ſeine mittlere Größe erreichte, und 1745. am Ende von 18 Jahren wieder eben ſo groß, als im Jahre 1727. war. Dabey hatten diejenigen Sterne, welche nahe am Colur der Sonnenwenden ſtanden, ihre Abweichung von 1727. bis 1736. um 18″ weniger geändert, als es die mittlere Größe des Fortrückens verlangte; von 1736. bis 1745. hingegen veränderten ſie dieſelbe 18″ mehr, ſo

α) Hiſtor. coeleſt. Britan. Tom. III. p. 113.

β) Baſis aſtronom. Havniae 1735. 4. p. 66.

ſo daß ſie am Ende von 18 Jahren, während der Zeitperiode die Mondsknoten einen völligen Umlauf gemacht hatten, alle wieder in den vorigen Stellen des Himmels ſich befanden, wenn dabey das Fortrücken der Nachtgleichen mit betrachtet ward.

Bradley fand bald, daß dieſe Ungleichheit von der Anziehung des Mondes herrühre. Dieſer hatte ſich im Jahre 1727., da ſeine Knoten mit den Nachtgleichen zuſammen fielen, in ſeinen größten Breiten auf 28½ (23½ + 5) Grade weit vom Aequator entfernen können, da er hingegen im Jahre 1736., da ſeine Knoten mit den Sonnenwenden zuſammen fielen, nie weiter als 18½ (23½ — 5) Grade ſich vom Aequator entfernen konnte. Daher hatte die Anziehung des Mondes im Ganzen genommen um 1727. unter einem weit größern Winkel, mithin viel merklicher, auf den Aequator der Erde gewirkt, und folglich das Fortrücken der Nachtgleichen weit mehr befördert, als es um 1736. geſchah. Da nun Bradley am Ende der 18jährigen Periode von dieſer ſcheinbaren Bewegung der Fixſterne ſich völlig überzeugt hatte, ſo machte er ſie mit ihren Geſetzen im Jahre 1748. in den philoſoph. Transact. bekannt *).

Der damahlige Secretär der königl. Societät Machin fand bald, daß ſich dieſe ſcheinbare Bewegung der Fixſterne mit allen daraus entſpringenden Folgen ſehr leicht erklären laſſe, wenn man annehme, daß die Erdpole während der Zeitperiode von 18 Jahren, oder eines Umlaufs der Mondsknoten, einen kleinen Kreis von 18 Sekund. im Durchmeſſer beſchrieben. Nach dieſer Vorausſetzung nähmlich laſſen ſich ſo wohl das periodiſche Ab- und Zunehmen des Fortrückens der Nachtgleichen, als auch die durch die Nutation der Erdachſe verurſachte Aenderung der Schiefe der Ecliptik, nebſt den damit verbundenen Aenderungen der Länge, geraden Aufſteigungen und Abweichungen der Geſtirne am leichteſten erklären und berechnen.

Wenn

*) Philoſ. Transact. num. 485. überſ. im Hamb. Magazin, B. III. St. 6. Num. 1.

Wenn der aufſteigende Knoten des Mondes im Widder iſt, ſo wird die Schleife der Ecliptik durch die Nutation der Erdachſe um 9″ vergrößert, weil alsdann der Weltpol um den Halbmeſſer dieſes kleinen Kreiſes weiter vom Pole der Ecliptik abſtehet; dagegen wird ſie um 9″ vermindert, wenn dieſer Mondknoten in die Wage fällt, und der Weltpol im entgegengeſetzten Punkte des Kreiſes ſich befindet.

Die vollſtändige Erklärung der Nutation der Weltachſe, welche durch die Anziehung des Mondes auf das Erdſphäroid bewirkt wird, macht eine ſehr verwickelte Rechnung der phyſiſchen Sternkunde aus. D'Alembert *) hat zuerſt durch eine ſehr ſchöne Analyſe die Bewegungen der Erdachſe für jede beliebige Geſtalt und Dichtigkeit der Schichten des Erdſphäroids beſtimmt, und nicht allein mit den Beobachtungen übereinſtimmende Reſultate gefunden, ſondern auch die wahren Abmeſſungen des kleinen Kreiſes, welchen der Erdpol beſchreibt, bekannt gemacht, worüber Bradley's Beobachtungen noch einige Ungewißheiten zurückließen. Auch handelt de la Lande hiervon. M. ſ. Vorrücken der Nachtgleichen.

M. ſ. de la Lande aſtronomiſches Handbuch, a. d. Franz. Leipz. 1775 8. §. 794. u. f.

Wanken des Mondes, Libration ſ. Mond.

Waſſer (aqua, eau). Dieſer allgemein bekannte Körper iſt im Zuſtande ſeiner Reinigkeit eine farbenloſe, unſchmackhafte, geruchloſe und unentzündliche tropfbare Flüſſigkeit. In dieſem Zuſtande hat das Waſſer alle diejenigen Eigenſchaften, welche unter dem Artikel, Körper, flüſſige, als Merkmahle tropfbar flüſſiger Materien angeführt ſind. Es muß alſo auch in Rückſicht des Drucks und der Bewegung den allgemeinen Geſetzen aller flüſſigen Materien unterworfen ſeyn, wovon die Hydroſtatik, Hydraulik und Hydrodynamik Unterricht ertheilen.

Weil

*) Recherches ſur la préceſſion des équinoxes et ſur la nutation. Par. 1749. 4.

Weil das Waſſer ein Auflöſungsmittel ſehr vieler Körper, beſonders der Salze iſt, ſo trifft man es in der Natur faſt nie ganz rein an; das Regenwaſſer allein, wenn es mit gehöriger Sorgfalt aufgefangen wird, zeigt den größten Grad der Reinigkeit. So bald das herabgefallene Regenwaſſer aber in den Erdboden eindringt, und ſich durch verſchiedene Schichten hindurch ziehet, von welchen es Theile auflöſen kann, wird es mehr oder weniger unrein, und erhält eben dadurch auch einen Geſchmack.

Die Flüſſigkeit des Waſſers rührt, wie überhaupt alle Flüſſigkeit, von der Wärme her. Allein daraus läßt ſich doch noch nicht mit den meiſten Phyſikern behaupten, daß der flüſſige Zuſtand des Waſſers bloß zufällig, nicht weſentlich, wäre. Man kann keines Weges mit Gründen darthun, daß die Wärmematerie auf die Beſtandtheile bloß mechaniſch wirke, und ſeine kleinſten Theile gleichſam getrennt von einander halte; vielmehr iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß eine chemiſche Verbindung des Wärmeſtoffs mit den übrigen Beſtandtheilen das Waſſer bilde, und daß bey jeder Veränderung der Wärme in der atmoſphäriſchen Luft demſelben durch irgend eine Urſache Wärme entzogen und von demſelben angenommen werde. Daher iſt es auch begreiflich, daß das Waſſer bey höhern Graden der Wärme der Atmoſphäre mehr Wärmeſtoff im aufgelöſeten Zuſtande enthalte mithin flüſſiger ſey, bis endlich nach dem Sättigungspunkte die fernere Einwirkung der Wärme das Waſſer entweder gänzlich in Dampf- oder zuletzt in Luftform verwandelt. Wenn daher der Phyſiker ſagt, daß das Waſſer geſchmolzenes Eis ſey, ſo muß man dieß keines Weges ſo verſtehen, als wenn die kleinſten Waſſertheile für ſich hart wären, und die Wärme bloß durch ihre ausdehnende Kraft dieſelben aus einander entfernt hielte, daß ſie ſich nicht zu einem harten Körper, d. i. zu Eis, verbinden könnten; vielmehr muß man ſich dieſe Vorſtellung machen, daß ſich das Eis, wenn es ſchmelzt, mit der Wärme chemiſch wieder zu Waſſer verbinde

Sonſt

Sonſt dehnt aber die Wärme in ihrem freyen Zuſtande das Waſſer, ſo wie alle übrige Körper, immer mehr aus, je größer die freye Wärme wird; indeſſen erfolgen die Ausdehnungen bey gleichen Wärmegraden keines Weges gleichförmig, und ſelbſt bey der Umänderung des Waſſers in Eis dehnt ſich dasſelbe ungemein aus. Die Urſache davon liegt jedoch nicht in der Abnahme der Wärme, ſondern vielmehr in der Wärme ſelbſt, welche ſich beym Uebergange des Waſſers in Eis ſchnell entwickelt, in dieſem freyen Zuſtande Dampf bildet, der die Waſſermaſſe ausdehnt, und beym Gefrieren nicht entweichen kann. Eine andere Urſache der Ausdehnung des Waſſers beym Gefrieren iſt auch das Beſtreben desſelben ſich in Kryſtallen unter gewiſſen Winkeln gegen einander anzulegen, und dadurch Veranlaſſung zu geben, daß ein größeres Volumen entſtehe. Herr de Lüc *) verglich ein Queckſilberthermometer mit einem Waſſerthermometer, beyde von 80 Graden, die zugleich Null zeigten, und fand, daß das Waſſer bis auf $-\frac{1}{2}$ herabfalle, indem das Queckſilber von 0 bis $+4°$ ſteigt; alsdann ſtieg jenes wieder bis 0, indem das Queckſilber von $+4$ bis $+8$ ſich erhob. Es hatte demnach bey $+4°$ das Queckſilber das kleinſtmögliche Volumen, und bey den Temperaturen 0 und $+8$ gleiche etwas größere Volumina. Von $+8$ bis zum Siedpunkte waren die Ausdehnungen des Waſſers anfänglich gering, wurden aber nachher bey den letzten Graden der Hitze ſtärker. Wenn das Queckſilber 40° zeigte, hatte das Waſſer erſt 19,2 Grade erreicht; nachher aber wurden ſeine Ausdehnungen ſo ſtark, daß in der Siedhitze beyde Thermometer zugleich 80 Grade erreichten. Herr de Lüc hat aus dieſer Beobachtung einige teleologiſche Bemerkungen gemacht. M. ſ. Teleologie.

Das Waſſer wird beym gewöhnlichen Drucke der Atmoſphäre bey der Temperatur von 212° Fahrenh. (80° Reaum.) in Dampf verwandelt, wodurch ein Aufwallen entſteht. M. ſ. Dämpfe, Sieden, Windkugel. Wenn aber das Waſ-

ſer

*) Unterſuchungen über die Atmoſphäre, Th. I. §. 419. d. e.

ſer in Gefäßen allenthalben eingeſchloſſen iſt, ſo kann es bey einem größern Drucke, ohne zu ſieden, weit höhere Grade der Hitze annehmen; je geringer aber der Druck auf die Oberfläche des Waſſers wird, deſto geringer braucht der Grad der Wärme zu ſeyn, wenn das Waſſer kochen ſoll. So kann es in ſehr verdünnter Luft ſchon durch die Berührung mit der Hand zum Kochen und Verdampfen gebracht werden. Daraus läßt ſich aber nicht folgern, daß bey den gewöhnlichen Wärmegraden der Atmoſphäre gar kein liquides Waſſer gedenkbar wäre, wenn der Druck der Atmoſphäre gänzlich aufhörte; denn ſonſt müßte es in der torricelliſchen Leere augenblicklich in Dampf verwandelt werden, welches der Erfahrung entgegen iſt. Vielmehr geht die Verdampfung bey gleichem Drucke der Atmoſphäre bey verſchiedenen Wärmegraden auf verſchiedene Gränzen, welche bey Aenderung des Drucks eine höhere Stufe erreichen, ſo daß die gänzliche Verdampfung des Waſſers nicht anders Statt finden kann, als wenn die ausdehnende Kraft der Wärme die Schwere des Waſſers gegen die Erde übertrifft. So lange alſo die Schwere des Waſſers gegen die Erde die ausdehnende Kraft der Wärme im luftleeren Raume überwiegt, ſo lange kann auch nicht alles Waſſer in Dampf verwandelt werden.

Uebrigens bringen die Dämpfe des Waſſers, wenn ſie eingeſchloſſen ſind, durch ihre ausdehnende Kraft erſtaunende Wirkungen hervor. Auf dieſe Art entſtehen heftige Exploſionen des Waſſers, wenn es plötzlich einer großen Hitze ausgeſetzt, und an der freyen Verbreitung ſeiner Dämpfe gehindert wird, z. B., wenn es in ſehr heißes Oehl gegoſſen, oder geſchmolzene und glühende Metalle in Gefäße gegoſſen werden, worin ſich einige Tropfen Waſſer befinden. Dagegen kann aber auch das Waſſer bey chemiſcher Vereinigung ſehr große Grade der Hitze plötzlich annehmen, ohne Exploſionen zu bewirken, wie z. B. mit dem gebrannten Kalke und den feuerbeſtändigen Alkalien. Dieß beweiſet, daß es nicht allemahl durch große Hitze in Dampf verwandelt wird. Es muß nähmlich dieſe Operation gänzlich wegfallen, wenn das

Waſſer mit Subſtanzen in Berührung kommt, die eine größere Verwandtſchaft mit ſelbigem beſitzen, als mit dem Wärmeſtoffe.

Zuletzt läßt ſich aber auch das Waſſer in Luftgeſtalt verwandeln, wie in der Folge weiter gezeigt werden ſoll.

Unter den mechaniſchen Eigenſchaften des Waſſers wird vorzüglich noch nöthig ſeyn, ſo wohl von ſeinem Gewichte als auch von ſeiner Elaſticität zu reden. Es iſt unter den Phyſikern allgemein angenommen worden, daß bey der Vergleichung der ſpecifiſchen Gewichte der verſchiedenen Körper das Gewicht des Waſſers als die Einheit betrachtet wird, daher muß man die Größe dieſer Einheit in allgemein bekannten Gewichtsmaßen beſtimmen können, weil hiervon die Berechnung der abſoluten Gewichte aller übrigen Körper abhängt, wenn man ſie aus ihren ſpecifiſchen Gewichten beſtimmen will.

Wolff *) gebrauchte zur Beſtimmung des Gewichts des Waſſers einen hohlen Würfel von Meſſingblech, deſſen innerer Raum bis an die darauf gezeichneten Linien genau einen Cubikzoll faßte. Das Brunnenwaſſer, welches dieſen Raum ausfüllte, wog 1 Unze 15 Grän, oder 495 Grän. Dabey ſtund die Wage ſo genau inne, daß, als er noch zwey Gran zulegte, der Ausſchlag einen Winkel von 7 Graden machte. Hieraus fand **Wolff** das Gewicht des rheinländiſchen Cubikfußes von dieſem Brunnenwaſſer 495000 Grän oder 64 Pfund (das Pfund zu 16 Unzen gerechnet), 7 Unzen 2 Drachmen, und rechnet in ſeinen Schriften insgemein 64 Pfund Medicinalgewicht auf den Cubikfuß Waſſer nach rheinländiſchem Maße.

Weil ſich der rheinländiſche Fuß zum Pariſer Fuß wie 13913 : 144000 verhält, ſo findet man das Gewicht eines Cubikfußes Waſſers nach Pariſer Maß, wenn man die Gewichtsangabe des rheinländiſchen (beynahe $64\frac{1}{2}$ Pfund,) im Verhältniſſe der Cubikzahlen von 13913 und 144000 vergrößert.

*) Nützliche Verſuche. Th. I. §. 7.

größert. Auf ſolche Art findet man $71\frac{1}{2}$ Pfund Medicinalgewicht, welches nach franzöſiſchem Troysgewichte ungefähr $69\frac{2}{3}$ Pfund ausmacht. Gewöhnlich ſetzen die franzöſiſchen Schriftſteller den Cubikfuß Waſſer auf 70 Pfund Troysgewicht. Nach der neuern Gewichtsbeſtimmung in Frankreich iſt das Gewicht des Cubikmeter Waſſer = 2044,4 Pfund Markgewicht geſetzt, und der 1000ſte Theil davon unter dem Nahmen Grave zur Einheit der Gewichte angenommen worden. Hierbey hat man aber nicht etwa neue und genauere Abwägungen zum Grunde gelegt, ſondern das Gewicht des Cubikfußes = 70 Pfund angenommen. Denn da das Cubikmeter = 29,206 Cubikfuß iſt, ſo hat man das Waſſergewicht = 29,206 × 70 = 2044,4 Pfund genommen.

Noch andere Angaben findet man beym Snellius α) und Eiſenſchmidt β). Letzterer gibt das Gewicht eines Cubikzolles im Pariſer Maß an:

von Flußwaſſer	5 Gros	10 Grän	
— Brunnenwaſſer	5 —	11 —	im Sommer;
— deſtill. Waſſer	5 —	10 —	

im Winter hingegen um 3 Gran größer.

Wenn dergleichen Verſuche einige Genauigkeit in ihren Reſultaten geben ſollen, ſo muß hierbey nicht allein auf die Beſchaffenheit des Waſſers, ſondern auch auf die Temperatur der Atmoſphäre Rückſicht genommen werden. Muſſchenbroek γ) ward hierauf zuerſt aufmerkſam gemacht, und fand das Gewicht eines rheinländ. Cubikfußes Brunnenwaſſer in Troysgewichten:

1740	bey 42 Gr.	Wärme	63 Pf.	2 Unz.	1 Dr.	4 Gr.
1743	— 33 —	—	63 —	4 —	4 —	16 —
1744	— 50 —	—	63 —	0 —	3 —	$30\frac{1}{4}$ —
1752	— 46 —	—	63 —	3 —	4 —	48 —
Regenwaſſer			63 —	3 —	7 —	9 —

nach

α) Eratoſthen. Batav. Lugd. Batav. 1617. 4. Lib. II. p. 145.

β) De ponderibus et menſuris veterum. Argent. 1708. 8. p. 175.

γ) Introduct. ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 1499.

nach s'Graveſande 63 Pf. 7 Unz. 2 Dr. 40 Gr.
nach de Volder 63 — 4 — 7 — 36 —

Ein anderes Haupterforderniß bey Verſuchen dieſer Art iſt, daß der Würfel, den man dazu gebraucht, auf das genaueſte gearbeitet ſey; denn geſetzt, man bediene ſich hierzu eines Würfels von 1 oder 2 Decimalcubikzollen, ſo wird ein geringer Fehler bey der Beſtimmung des Gewichtes des Cubikfußes Waſſer durch denſelben, 1000 oder 500 Mahl wiederhohlt, ſchon beträchtlich groß ausfallen müſſen. **Lulofs** [α]), welcher nach **van Swinden's** Zeugniſſe hierauf ſehr große Sorgfalt wandte, und ſich auch eines größern, mit vorzüglicher Genauigkeit gearbeiteten, Würfels bediente, fand das Gewicht eines rheinländ. Cubikfußes Regenwaſſer von 64° Fahrenh. 62 Pfund 9 Unz. 5 Drachm. 36 Grän im Troysgewichte. Ein noch anderer Umſtand dabey iſt die Genauigkeit und Richtigkeit der Gewichte, deren man ſich bedient.

Karſten [β]), welcher mit **Gren** das Gewicht des Waſſers genau zu beſtimmen ſuchte, gebrauchte hierzu einen mit Fleiß verfertigten aus ſechs meſſingenen Platten zuſammengeſetzten Würfel, wovon jede Seite genau zwey rheinländiſche Decimalzolle lang war; dieſen verſenkte er in ganz reines deſtillirtes Waſſer, wenn es die temperirte Wärme von 60 bis 70° Fahrenh. hatte, und fand, daß der Würfel dadurch 16 Loth 3 Qu. $1\frac{1}{2}$ Grän köllniſch (oder $4021\frac{1}{2}$ Grän) am Gewichte verlor. Dieſer Gewichtsverluſt iſt dem Gewichte des Waſſers im Raume des Würfels, der 8 Cubikzoll beträgt, gleich; daher wiegt ein rheinländ. Decimalcubikzoll Waſſer $502\frac{11}{16}$ Gran köllniſch, welches nach dem Verhältniſſe 66949 : 65536 auf Medicinalgewicht reducirt im letztern $492\frac{1}{48}$ oder faſt $492\frac{1}{4}$ Grän gibt. Daß **Wolff** 495 Grän fand, rührt wahrſcheinlich daher, weil er nicht deſtillirtes, ſondern etwas ſchwereres Brunnenwaſſer unterſuchte, auch vielleicht den Verſuch in einer kältern Temperatur an-

 ſtellte,

α) Grondbeginzelen der Wynroey en Peilkunde. Leiden 1764. 8.

β) Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur. Halle 1783. 8. S. 42.

ſtellte, wobey das Waſſer eine größere Dichtigkeit beſaß, mithin mehr davon in den Raum eines Cubikzolles ging, als bey größerer Wärme. Nach Karſten's Verſuchen wiegt daher ein rheinländiſcher Cubikfuß reines deſtill. Waſſer bey einer Temperatur von 64 bis 66 Grad nach Fahrenh. 502687½ Gran im köllniſch. Gewichte, d. i.

65 Pfund 14 Loth 2 Quentch. 7½ Grän,

und in Medicinalgewicht 492229½ Grän, oder

64 Pfund 1 Unze 3 Drachm. 2 Scrup. 9½ Grän.

Noch neuere Verſuche über das Gewicht des Waſſers hat H. Prof. Schmidt in Gießen angeſtellt, und ſich dazu ſeiner unter dem Artikel: Wage, beſchriebenen phyſikaliſchen Wage bedient. Er nahm einen Pariſer Cubikzoll von Eiſen, weil ſich dieſes Metall unter allen am ſchärfſten und genaueſten abfeilen läßt. Durch Einſenkung dieſes Würfels in deſtillirtem Regenwaſſer bey 16 Grad Temperatur nach de Lüc (84½° nach Fahrenh.) fand er das Gewicht des Duodecimalcubikzolles = 370,27 Grän, folglich das Gewicht des Pariſer Cubikfußes

69,427 Pfund Troysgewicht, oder

72,625 Pfund költn.

Durch ähnliche Verſuche fand er das Gewicht eines Cubikzolles undeſtillirtes Regenwaſſer 370,44 Grän, oder den Cubikfuß 69,501 Pfund.

Was die Elaſticität des Waſſers betrifft, ſo hat man eine geraume Zeit darüber geſtritten. Da man an tropfbar flüſſigen Materien eine geringe oder wohl gar keine Elaſticität wahrzunehmen glaubte, ſo gab dieß Veranlaſſung, dieſelben als unelaſtiſch flüſſige Körper zu betrachten, und ſie von den elaſtiſchen Flüſſigkeiten, wohin beſonders die Luftarten gehören, zu unterſcheiden. Da aber doch verſchiedene Phyſiker dem Waſſer nicht alle Elaſticität abzuſprechen ſich getraueten, und gleichwohl wahrgenommen wurde, daß es der Zuſammendrückung durch äußere Gewalt einen faſt unüberwindlichen Widerſtand entgegenſetzte; ſo haben ſich die Meinungen hier-

über

über getheilt, deren Geſchichte Herr Zimmermann [a]) erzählt hat.

Für die Elaſticität des Waſſers hat man den Grund angeführt, daß die unter einem ſpitzigen Winkel gegen daſſelbe geworfene Steine oder geſchoſſene Kugeln unter gleichem Winkel davon abprallen, und auf ſolche Art über eine lange Waſſerfläche mehrere Sprünge in flachen Bogen machen. Ein ſolches Zurückſpringen kann aber nach den Geſetzen des Stoßes nicht anders Statt finden, als bey elaſtiſchen Körpern. So ſehr aber auch dieſe Erſcheinung als Beweis für die Elaſticität des Waſſers dienen könnte, ſo läßt ſich doch hieraus noch nicht mit Gewißheit dieſelbe ſchließen, indem mir die Elaſticität einer einzigen von beyden ſtoßenden Maſſen nöthig zu ſeyn ſcheint, um dieſelbe Erſcheinung hervorzubringen. Bellogradi [β]) hat zwar dieſes Zurückprellen wirklich als einen Beweis für die Elaſticität des Waſſers angenommen. Er betrachtet das Waſſer als eine feſte Fläche, von welcher ein dagegen geworfener Körper zurück fliegt. Allein ſein Landsmann Spallanzani [γ]) bemerkte dagegen, dieſes Abſpringen laſſe ſich bloß durch eine Veränderung der Richtung erklären, welche durch den Widerſtand des Waſſers bewirkt werde. Dieſer Bemerkung fügt er noch viele Verſuche bey, welche darthun, daß auch von weichem Thone, zähem Flußſchwamme, friſchen Eyerdottern und andern weichen Maſſen, welche man wirklich nicht als merklich elaſtiſch annehmen kann, die Steine auf eine ähnliche Art abſpringen.

Einen andern Beweis für die Elaſticität des Waſſers hat man aus der Fortpflanzung des Schalles durch daſſelbe hergenommen. Der Abt Nollet [δ]) ließ ſich wiederhohlt in die Seine hinab, und ließ, während er unter Waſſer war,

Ii 3 am

a) Ueber die Elaſticität des Waſſers. Leipz. 1779. 8.

β) Della Rifleſſione de' corpi dell' Aqua, et della diminuzione della mole di Saſſi ne Torrenti et ne Fiumi. In Parma 1753. 4.

γ) Phyſik. u. mathem. Abhandl. 5te Abh. Vom Abprallen der Steine vom Waſſer.

δ) Mémoir. de Paris. 1743.

am Ufer rufen, auf einer Pfeiſe blaſen, mit einer Schelle klingen und eine Piſtole losſchießen. Er hörte den Schall faſt eben ſo ſtark, wie in freyer Luſt. Da aber **Nollet** in der Vermuthung ſtand, daß vielleicht die Luſt nach damahliger Meinung, welche im Waſſer als ſolche befindlich wäre, die Haupturſache an der Fortpflanzung des Schalles ſey, ſo reinigte er eine Menge Waſſers von Luſt, ſetzte ſodann in dieſes Waſſer einen ſo genannten Wecker, und er ſand nicht die mindeſte Verminderung in der Stärke des Schalles. **Muſſchenbroek** [α]) wiederhohlte dieſen Verſuch, und er gelang ihm nicht nur mit Waſſer, ſondern auch mit mehreren Flüſſigkeiten. Allein deſſen ungeachtet zieht er hieraus keine Folge für die Elaſticität des Waſſers, gegen welche er vielmehr gänzlich eingenommen zu ſeyn ſcheint.

Endlich ſcheint auch das Zuſammenziehen einer Waſſermaſſe durch die Kälte Elaſticität anzuzeigen. Denn, wenn es an ſich möglich iſt, daß dieſe Maſſe einen geringern Raum einnehmen kann, ſo ſieht man nicht, warum ſie ſich nicht durch zureichende äußere Kräſte in denſelben engern Raum ſollte zuſammenbringen laſſen. Da man aber dieſe Erſcheinung für keinen ganz gültigen Beweis anſehen wollte, ſo war man genöthigt, zu den Verſuchen ſelbſt zu ſchreiten.

Der Kanzler **Baco von Verulam** führt zuerſt einen ſolchen Verſuch an [β]). Er ließ eine hohle, ziemlich dicke bleyerne Kugel, in welche etwa zwey Quartier gingen, genau voll Waſſer füllen, ſchmelzte nachmahls die Oeffnung zu, und hämmerte die Kugel flach. Da ſich aber das Flachſchlagen nicht weiter treiben ließ, brachte er ſie unter eine Preſſe, und drückte ſie noch ſtärker zuſammen. Hieraus berechnete er, wie viel auf ſolche Art die Capacität der Kugel ſey vermindert worden. Dieſem Verſuch nach ließe ſich alſo das Waſſer bis auf einen gewiſſen Grad zuſammenpreſſen, drang aber zuletzt, wie ein feiner Thau, durch das Bley. Robert

[α]) Introduct. ad philoſ natur. Tom. II. §. 2267.

[β]) Nov. organon. in opp. ex tradit. Arnoldi. Lipſ. 1694. Fol. p. 390.

bert Boyle α) füllte ein rundes Gefäß, aus welchem er die Luft gezogen hatte, mit Waſſer an, trieb mittelſt einer Spritze ſo viel Waſſer als möglich hinein, ließ es genau zulöthen, und ſchlug es an einigen Stellen durch einen hölzernen Hammer flach; wenn er ſodann eine Nadel durchs Zinn trieb, und wieder auszog, ſo ſprang das Waſſer aus der kleinen Oeffnung 2 bis 3 Fuß hoch in die Luft. Muſſchenbroek β) iſt gänzlich der Meinung, daß dieſes Hervorſpringen lediglich der Elaſticität des Zinns zuzuſchreiben ſey. Einen gleichen Verſuch, wie Boyle, mit einer bleyernen Kugel ſoll auch Honoratus Fabry mit gleichem Erfolge angeſtellt, und die Elaſticität des Waſſers gegen Magiotto vertheidigt haben.

Wilhelm von Stair gab im Jahr 1681. eine Phyſik in engliſcher Sprache heraus, die im Jahr 1686. in einer lateiniſchen Ueberſetzung unter folgendem Titel: phyſiologia noua experimentalis, in qua generales notiones Ariſtotelis, Epicuri et Carteſii ſuppleatur etc. Lugd. Batav. 1686. 4. erſchien. In dieſer Schrift behauptet von Stair, daß das Waſſer allerdings Elaſticität beſitze, welche von dem darin enthaltenen Aether herrühre, ob es gleich weniger elaſtiſch, als die Luft ſey, weil dieſe mehr Aether beſitze. Zugleich führt er auch einen Verſuch von du Hamel an, welcher in deſſen Schriften nirgends zu finden iſt, und nach welchem eine mit Waſſer gefüllte güldene Kugel nicht habe zuſammengedrückt werden können. Auch Boerhaave γ) erwähnt dieſen Verſuch, gerade wie von Stair, den er gleich darauf citirt, ohne jedoch anzuzeigen, an welcher Stelle ſich derſelbe in den du Hameliſchen Schriften befinde. Allem Vermuthen nach hat Boerhaave dieſe Nachricht aus Stair abgeſchrieben. Du Hamel iſt freylich anfänglich in ſeiner allgemeinen Naturlehre δ) der Meinung geweſen,

α) Nov. exper. de vi aëris elaſtica exp. XX. in opp. var. 1680. 4. p. 55.
β) Tentam. experim. natural. capt. in Academ. del Cimento. Lugd. Batav. 1731. 4. p. 65.
γ) Element. chemiae, Tom. I. p. 563.
δ) Phyſica generalis tract. I. cap. IV. p. 91.

ſen, daß ſich das Waſſer comprimiren laſſe. Auch führt er den Verſuch des Fabry als einen Beweis dafür an. Nachmahls aber bringt er *) folgenden Verſuch gegen die Compreſſibilität des Waſſers bey: imple tubum ferreum aqua, et embolum et cochleam impone, hanc intra tubum adiges nunquam.

Dagegen führt Newton **) bey der Gelegenheit, da er zeigen will, daß das Gold, als der dichteſte unter allen Körpern dennoch eine Menge leerer Zwiſchenräume beſitzen müſſe, den Verſuch mit der goldenen Kugel an, mit der Bemerkung, daß ihm ein Augenzeuge die Nachricht davon mitgetheilt habe. Nachdem nähmlich die Kugel mit Waſſer gehörig angefüllt, und die Oeffnung verlöthet, hiernächſt die Kugel mit großer Gewalt zuſammengedrückt worden, ſo ſey allenthalben das Waſſer in ſehr kleinen Tröpfchen wie Thau durch die Subſtanz des Goldes gedrungen, ohne irgendwo einen Riß zu verurſachen. Aus dieſem Verſuche ſchließt Newton zugleich daß das Gold weit mehrere Zwiſchenräume beſitzen müſſe, als ſolide materielle Theile, zwiſchen welchen jene ſich befinden. Auch führt Newton ſogar einen Grund an, warum das Waſſer ſich nicht zuſammendrücken laſſe, weil ſich nähmlich die Theilchen nicht mehr berührten. Würden ſich die Luftheilchen berühren, ſo würde, ſagt er, die Luft in Marmor übergehen: da ſich aber dieſe comprimiren laſſe, ſo wären auch ihre Theilchen in keiner Berührung mit einander.

Ferner ſoll ebenfalls nach dem Zeugniſſe Stair's und Boerhaave's ein gewiſſer Colbert, der eine allgemeine Phyſik geſchrieben hat, einen Verſuch mit einer bleyernen Kugel angeführt haben, welcher dem Boyliſchen ähnlich ſey, und mit gleichem Erfolge die Compreſſibilität des Waſſers bewieſen haben.

Den größten Ruf haben die Verſuche der florentiniſchen Akademie del Cimento ***) erlangt. Es ſind deren drey. Beym erſtern

*) De conſenſu veter. et nov. philoſ. lib. 3. Cap. IV. p. 433.

**) Optice Lauſ. et Genev. 1740. 4. lib. II. P. III. p. 206.

***) Saggi di naturali Eſperienze, fatte nell'Acad. del Cimento in Firenz. 1661. Fol.

erſtern wurden zwey Glasröhren mit Kugeln zum Theil mit Waſſer gefüllt, oben mit einander verbunden, und die eine Kugel in Eis geſtellt, in der andern aber das Waſſer zum Sieden gebracht. Dieſe Waſſerdämpfe drückten nun heftig gegen das andere Waſſer, welches ſich in der eiskalten Kugel und Röhre befand, konnten es aber dennoch nicht tiefer und zuſammendrücken, ſondern der Druck zerſprengte vielmehr den Boden der kalten Kugel, und da man ſtatt der Glaskugeln kupferne nahm, preßten die Waſſerdämpfe das Waſſer durch die Löthung der kalten Kugel, und zerſprengten endlich die daran befindliche Glasröhre. Beym andern Verſuche ward das in eine Glasröhre genau eingeſchloſſene Waſſer durch hinzugegoſſenes Queckſilber, deſſen Druck bis auf 80 Pfund, gegen 6 Pfund Waſſer, betrug, gedrückt, ohne daß ſich dabey die geringſte Veränderung ſeines Volumens zeigte. Beym dritten Verſuche endlich, welcher der bekannteſte iſt, ward eine große dünne, aus Silber gegoſſene Kugel genau mit eiskaltem Waſſer angefüllt, die Oeffnung ſorgfältig verſchloſſen, und die Kugel gehämmert, um das Waſſer in einen engern Raum zu zwingen. Allein das Waſſer drang bey jedem Schlage durch das Metall, wie Queckſilber, welches durch Leder gedrückt wird. Durch dieſe Verſuche glaubte man hinreichend bewieſen zu haben, daß die Compreſſibilität des Waſſers unmöglich ſey.

Dieſen Verſuchen hat Muſſchenbroek *) noch mehrere dem Baconiſchen ähnliche beygefügt. Zwey Kugeln, eine zinnerne und eine bleyerne, deren Durchmeſſer 3 Zoll und die Metalldicke 3 Decimallinien war, hatten an einer Seite eine metallene Röhre mit einer geringen Oeffnung. Dieſe Kugeln füllte er ſehr genau mit Waſſer an, welches er unter der Luftpumpe gereinigt hatte, und dabey beträchtlich kalt war. In dieſe Röhre ward ſodann ein bleyerner oder zinnerner Zapfen hineingetrieben, wodurch alsdann Alles ſo genau als möglich von Luft befreyet, und mit Waſſer gefüllt blieb. Nachdem dieß mit großer Vorſicht geſchehen, wurde

*) Tentam. experim. etc. Lugd. Batav. 1731. 4.

wurde die Oeffnung zugeſchmolzen, und vermittelſt einer Schraube und eines Hebels zuſammen gepreßt. Die Kugel, welche leer nur einen ſehr geringen Widerſtand geäußert, widerſtand angefüllt erſtaunlich. So bald aber durch Hülfe des langen Hebels auch nur die mindeſte Zuſammenpreſſung Statt fand, drang das Waſſer gleich einem Thaue durch die Oeffnungen des Metalls, und zwar um deſto ſtärker, um deſto mehr die Kugel zuſammen gepreßt wurde. Daraus ſchloß alſo Muſſchenbroek, daß das Waſſer durch keine menſchliche Kraft comprimirt werden könne.

Franziſcus Tertius de Lanis *) hat über die Zuſammendrückung des Waſſers ungemein viel geredet, wobey er aber jederzeit annimmt, daß ſich die Zuſammendrückung verſchiedener Flüſſigkeiten verkehrt, wie ihre ſpecifiſchen Gewichte, verhalten. Hieraus berechnet er die Höhen der flüſſigen Materien für einen jeden gegebenen Druck. Er meint, das Zuſammendrücken, beſonders der flüſſigen Materien, rühre nicht daher, daß ihre Theile durch den Druck einander mehr genähert würden, ſondern es geſchehe durch ein Herauspreſſen irgend einer überaus feinen Materie (nach ihm des Aethers, welchen er für ganz incompreſſibel hält). Um die Compreſſibilität des Waſſers zu beweiſen, gibt er folgenden Verſuch an. Man ſetze in einen gläſernen mit Waſſer gefüllten Cylinder oder in eine Röhre eine oder mehrere Glaskugeln, welche mit dem Waſſer ein gleiches ſpecifiſches Gewicht beſitzen, oder das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers nur um ein Geringes übertreffen. Auf ſolche Art werden ſie im Waſſer ſchwimmen, oder doch nur mit einer ſehr geringen Kraft gegen den Boden des Cylinders ſinken. Verſchließt man hierauf die Oeffnung des Cylinders mit einer Blaſe, und drückt ſodann ſtark gegen die Blaſe, etwa mit dem Daumen, ſo wird durch dieſen Druck das Waſſer zuſammengepreßt und ſpecifiſch ſchwerer. Da nun die vorhin um ein Geringeres ſchwerere Kugeln in dem Waſſer zu Boden ſanken, ſo müſſen ſie nunmehr in dem durch den Druck ſpecifiſch

*) Magiſter. naturae et artis. Brixiae 1680. Fol. To. II. p. 176.

ſich ſchwerern Waſſer in die Höhe ſteigen. Allein dieſer Verſuch hat dem de Lanis nicht glücken wollen.

De Lanis Verſuch iſt an ſich ſinnreich; allein es liegt in der That ſchon die Vorausſetzung zum Grunde, daß das Waſſer compreſſibel ſey. Denn alsdann konnte er erſt behaupten, daß der angeführte Erfolg Statt haben würde. Wollte man ihn aber als Beweis der Compreſſibilität des Waſſers annehmen, ſo iſt er ganz verwerflich und ſehr fehlerhaft. Dem de Lanis konnte es nicht unbekannt ſeyn, daß, wenn das Waſſer durch Menſchenkräfte zuſammengedrückt werden ſollte, eine weit größere Kraft, als bloß der Druck des Daumens, nöthig ſey; denn dieſer iſt offenbar gegen den Widerſtand des Waſſers ein unendlich Kleines. Eben wegen dieſes großen Widerſtandes iſt es ganz unmöglich, die Blaſe einzudrücken, wenn zwiſchen der Blaſe und dem Waſſer keine Luft ſitzen geblieben, und die Blaſe ſo ſtark befeſtigt worden, daß ſie nicht nachgeben kann. Geſetzt aber auch, es wäre möglich, die Blaſe etwas einzudrücken, ſo kann ja der Glascylinder wegen ſeiner Elaſticität gerade ſo viel nachgeben, als der geringe Druck des Daumens verurſacht, ja zuletzt würde man Gefahr laufen, den Cylinder ſelbſt zu zerſprengen, wenn der Druck auf die Blaſe etwas ſtärker würde.

De Lanis meint, wenn die Florentiner Akademiſten bey ihren Verſuchen in den Röhren dergleichen Kugeln gebraucht hätten, ſo würden ſie ohne Zweifel die Compreſſibilität des Waſſers mit glücklicherm Erfolge wahrgenommen haben. Allein wie leicht hätten dergleichen dünne Kugeln durch den erſtaunenden Druck des Queckſilbers zerſprengt werden können, und alsdann hätten die Verſuche eben ſo wenig, wie vorher, gelehrt.

Die Verſuche, das Waſſer in verſchloſſenen Gefäßen durch den Druck des Queckſilbers zu comprimiren, ſind unter andern von Hamberger [a]) und Nollet [b]) wiederhohlt worden.

[a]) Elementa phyſic. Ienae 1727. 8.
[b]) Leçons de phyſique experim. à Paris 1743. To. I. p. 122.

worden. Letzterer nahm eine Röhre (fig. 27.) abdc von dickem Glaſe, welche inwendig 3 Linien im Durchmeſſer hatte, und 7 Fuß lang war. Zuerſt ſchüttete er etwas Queckſilber hinein, welches die Krümmung bey b ausfüllte. Hierauf goß er bey c Waſſer auf das Queckſilber, und nachdem dieſer Theil genau mit Waſſer angefüllt war, wurde die Oeffnung c zugeſchmolzen. Sodann goß er von a aus nach und nach mehr Queckſilber hinzu, bis zur Höhe von 7 Fuß. Die kleine Columne Waſſer dc widerſtand dem Drucke der Queckſilberſäule ſo ſehr, daß man keine merkliche Verminderung der Höhe der Waſſerſäule wahrnehmen konnte.

Hollmann *) erhielt um das Jahr 1752. von dem großbritanniſchen Leibarzte Peter Schaw eine Maſchine, die man in London gebraucht hatte, die Compreſſibilität des Waſſers zu unterſuchen. Es war eine kupferne Kugel von 4 Zoll Durchmeſſer, in deren Oeffnung man eine Schraube vermittelſt eines eiſernen Hebels mit Gewalt eintreiben konnte. Nachdem ſie nun genau mit Waſſer angefüllt, und die Schraube eingetrieben war, ſprang das Waſſer an verſchiedenen Stellen durch Oeffnungen oder Ritzen des Metalls, wie aus einem Springbrunnen, hervor. Hollmann wiederhohlte nachher dieſen Verſuch mit Kugeln von Zinn und Bley, auch mit einer ſilbernen von $\frac{1}{23}$ Zoll Dicke. Es war aber der Erfolg der nähmliche, nur bey der ſilbernen Kugel drang das Waſſer nicht durch Riſſe des Metalls, ſondern öffnete ſich einen Weg durch die Schrauben.

Aus dieſen Verſuchen glaubten die meiſten Phyſiker mit Recht zu ſchließen, daß das Waſſer gar keiner Zuſammendrückung fähig ſey. Allein es läßt ſich leicht überſehen, daß bey den Zuſammenpreſſungen der Kugeln das Waſſer nicht durch die angeblichen Poren, ſondern vielmehr durch Riſſe des Metalls drang, welches viel zu ſchwach war, um der Gewalt des Drucks zu widerſtehen, und daß bey Hamberger's und Nollet's Verſuchen mit Glasröhren die Länge der Säule (fig. 27.) dc viel zu klein war, als daß man ſehr geringe Verän-

*) Sylloge commentat. in reg. ſoc. recenſit. Goetting. 1762. p. 35.

Veränderungen ihres Volumens hätte wahrnehmen können. Daher beweiſen alle dieſe Verſuche das noch nicht, was dadurch bewieſen werden ſollte.

Dagegen fand um das Jahr 1762. Canton *), daß flüſſige Materien in gläſernen Röhren, welche ſich unten in gläſerne Kugeln endigen, bey einerley Wärmegrade höher ſtehen, wenn der obere Theil der Röhre luftleer gemacht und dann zugeſchmolzen worden; aber niedriger, wenn die atmoſphäriſche Luft noch darauf drücken kann. Durch ſehr ſorgfältige und oft wiederhohlte Verſuche fand ſich, daß ein Druck doppelt ſo groß, als das Gewicht der Atmoſphäre das Waſſer um $\frac{1}{10870}$ ſeines Volumens zuſammendrücke. Auch fand Canton, daß das Waſſer im Winter einer ſtärkern Zuſammendrückung fähig war, als im Sommer, welches ſich dagegen beym Baumöhl und Weingeiſt gerade verkehrt verhielt. Bey dem Barometerſtande von 29½ Zoll Höhe und bey einer Thermometerhöhe von 50° Fahrenh. zeigten ſich folgende Zuſammendrückungen durch das Gewicht der Atmoſphäre:

Weingeiſt um	0,000066
Oliven- oder Baumöhl um	0,000048
Regenwaſſer —	0,000046
Seewaſſer —	0,000040
Queckſilber —	0,000003

Die Zuſammendrückungen dieſer Flüſſigkeiten ſtehen nicht, wie man vermuthen könnte, im verkehrten Verhältniſſe ihrer Dichtigkeiten. Auch ſind ſie nicht bloß compreſſibel, ſondern ausdehnbar; denn ſo wie Canton das Gewicht der Atmoſphäre wegnahm oder zuließ, dehnten ſie ſich aus, oder traten wieder zuſammen.

Endlich iſt aber auch die Zuſammendrückung des Waſſers durch unmittelbare Verſuche mit Druckmaſchinen vollkommen beſtätigt worden. Hierzu gab um das Jahr 1776. Herr

*) Experiments to prove, that water is not incompreſſible in Philoſ. Tranſ. Vol. LII. P. II. p. 640. Vol. LIV. p. 261. und im neuen Hamburg. Magazin. B. XII. S. 360. 365.

Herr Abich, Braunſchweigiſcher Oberſalzinſpektor, eine eigene ſehr einfache Maſchine an, welche aus einem hohlen meſſingenen Cylinder mit einem genau darin beſtehenden Stempel beſteht. Es muß aber die Dicke des Meſſings um vieles beträchtlicher ſeyn, als bey den Kugeln der ältern unvollkommenen Verſuche. Sie beträgt 1 Zoll $2\frac{1}{2}$ Linien nach Braunſchweig. Duodecimalmaße, und eben ſo groß iſt auch der Durchmeſſer der innern Höhlung. Dieſe Höhlung iſt aber im obern Theile, worin der Stempel hin und wieder ſpielt, enger, und beſitzt nur $9\frac{1}{2}$ Linien im Durchmeſſer. Der Stempel ſelbſt, auf den hierbey Alles ankommt, iſt von Eiſen, und es liegen um ihn 11 in Talg gekochte ſtark geſchlagene Leder herum, welche mit zwey eiſernen Schrauben zuſammen geſchraubt ſind. Dadurch ſchließt der Stempel ſo genau an, daß man bey leerer Maſchine gegen 80 Pfund Gewicht anwenden muß, ihn niederzudrücken. Bey jedem Anfüllen des Stiefels mit einer flüſſigen Materie muß die Maſchine umgekehrt, und das Flüſſige von unten eingefüllt werden, worauf der Boden durch einen koniſchen mit in Talg gekochtem Leder umlegten Zapfen verſchloſſen wird, auf welchen eine eiſerne Platte paſſet, welche man mit einer ſtarken Schraube feſt anſchraubt. Der Stempel läßt ſich durch eine Schraube mit einer Kurbel hineinpreſſen; um aber die drückende Kraft genau beſtimmen zu können, hat ſich Herr Zimmermann bey den Verſuchen ſelbſt eines Zapfens bedient, auf welchen ein eiſerner Hebel, der am Ende mit Gewichten beſchwert war, drücken konnte. Ueberhaupt beſitze dieſe Maſchine ganz die Einrichtung einer Compreſſionsmaſchine. M. ſ. Compreſſionsmaſchine.

Die Verſuche, welche die Herren Abich und Zimmermann mittelſt dieſer Maſchine in den Jahren 1777 bis 1779 gemacht haben, laſſen gar keinen Zweifel zurück, daß ſich die flüſſigen Materien durch hinreichende Kraft merklich zuſammendrücken laſſen, und ſich nach der Wegnahme des Drucks wieder in den vorigen Raum ausbreiten. Herr Zimmermann findet die Zuſammendrückung von $26\frac{3}{4}$ Cubikzoll:

durch

	durch den Druck von 745,181 Pfund	durch den Druck von 2509,591 Pfund
Brunnenwaſſer	— $\frac{1}{14,266}$ —	— $\frac{1}{35,667}$ —
geſättigtes Salzw.	— $\frac{1}{10,345}$ —	— $\frac{1}{33,909}$ —
Milch	— $\frac{1}{21,521}$ —	— $\frac{1}{38,695}$ —
Branntwein	— $\frac{1}{22,476}$ —	— $\frac{1}{45,684}$ —

Dieſen Angaben zu Folge ſcheint der Branntwein weniger zuſammendrückend zu ſeyn, als das Waſſer, da hingegen Canton die Zuſammendrückung des Weingeiſtes ſtärker, als die des Waſſers angibt. Der geringe Druck der Atmoſphäre auf den Stempel betrug nicht mehr als 8 Pfund, und war folglich 93 Mahl geringer als der Druck von 745 Pfunden; wenn man annehmen dürfte, daß ſich die Zuſammendrückung, wie das aufliegende Gewicht verhalten. Es würde aus dieſen Verſuchen folgen, daß der Druck der Atmoſphäre das Brunnenwaſſer um $\frac{1}{93 \cdot 14,266} = 0,000075$ des Volumens comprimirte. Dieß weicht aber ſehr von Canton's Verſuchen ab. Ueberhaupt lehren die Verſuche, daß die Verhältniſſe der Zuſammendrückungen und der Gewichte beträchtlich verſchieden ſind.

Noch andere Verſuche über die Zuſammendrückung des Waſſers und Queckſilbers hat der P. von Herbert *) angeſtellt. Herr von Servieres glaubte im Jahre 1777 gefunden zu haben, daß ein Queckſilberthermometer horizontalliegend höher ſtehe, als in vertikaler Stellung, in welcher letztere die Säule durch ihr eigenes Gewicht zuſammengedrückt und verkürzt werde.

Hieraus läßt ſich nun ſehr leicht ſchließen, daß eine jede Waſſerſäule unten eine etwas größere Dichtigkeit beſitzen müſſe, weil die untern Theile das Gewicht der über ihnen liegenden zu tragen haben. Aber eben dadurch müßte die ganze Waſſerſäule etwas kürzer werden, als ſie ſonſt ſeyn würde, wenn das Waſſer nicht compreſſibel, und durchaus eben

*) Diſſ. de aquae aliorumque nonnullorum fluidorum elaſticitate. Vienn. 1774. 8.

eben ſo dicht, als oben, wäre. **Canton** berechnet aus ſeinen Verſuchen, das Meerwaſſer müſſe in einer Tiefe von 2 engliſchen Meilen um 0,013 ſeines Volumens mehr, als oben, zuſammengedrückt ſeyn, welches die ganze Höhe des Meeres an dieſer Stelle um 69 Fuß 2 Zolle erniedrigen müßte. Herr **Zimmermann** bemerkt, daß, wenn es möglich wäre, den Druck des Waſſers in einer großen Tiefe auf eine Grundfläche von beſtimmter Größe durch wirkliche Beobachtung zu finden (wozu er Mittel vorſchlägt), ſich daraus die Höhe berechnen laſſen würde, welche das Waſſer bey durchaus gleicher Dichtigkeit haben müßte. Wenn man hiermit die durchs Senkbley beobachtete Höhe vergleichen würde, ſo ließe ſich finden, ob ſich das Seewaſſer wirklich zuſammendrücken ließe.

Eine ſehr große Menge von Körpern werden vom Waſſer aufgelöſet. Man glaubt insgemein, daß das Waſſer eine große Quantität von atmoſphäriſcher Luft mechaniſch zertheilt in ſich enthalte; allein die Beweiſe für dieſe Meinung ſind bey weitem nicht entſcheidend; vielmehr ſcheinen andere Gründe (M. ſ. **Eis**, **Luft**,) darzuthun, daß die Luft im Waſſer chemiſch gebunden ſey, und folglich ihrer Elaſticität völlig beraubt ſey; ſie macht mit dem Waſſer bloß einen Körper aus, und kann aus dieſer Verbindung nur durch Einwirkung einer andern chemiſchen Subſtanz, z. B. der Wärme, Säure u. ſ., keines Weges aber durch verminderten mechaniſchen Zuſammenhang einzelner Stellen der Flüſſigkeit gebracht werden.

So gibt es auch einige andere Luftarten, die ſich ſo leicht im Waſſer auflöſen, daß ſie mit Queckſilber geſperrt werden müſſen, und welche daher den beſondern Nahmen der mit Waſſer miſchbaren Gasarten führen. Auch die ſo genannte Luftſäure oder fixe Luft, ob ſie gleich nicht zu dieſer Claſſe gerechnet wird, löſet ſich im Waſſer auf, und vermiſcht ſich in beträchtlicher Menge mit ſelbigem. M. ſ. **Geſundbrunnen**.

Ein

Ein vorzügliches Auflöſungsmittel iſt das Waſſer für die Salze. Da nun dieſe in der ganzen Natur allenthalben ſich befinden, ſo werden die meiſten Körper vom Waſſer angegriffen, wenn ſie mit ſalzartigen, oder den Salzen ähnlichen Theilen verbunden ſind. Auf ſolche Art vereinigen ſich ſelbſt die Erden mit dem Waſſer, obgleich ſonſt die Unauflöslichkeit derſelben im Waſſer zu ihrem weſentlichen Charakter gehört. So laſſen ſich Kalkerde, Bitterſalzerde u. ſ. w. durch Säuren, als Mittelſalze, im Waſſer auflöſen; ſelbſt die metalliſchen Subſtanzen, Gold, Silber und Platina ausgenommen, werden vom Waſſer angegriffen, beſonders wenn die Wirkung desſelben auf ihre Fläche in Verbindung mit der Luft erfolgen kann.

Für die ſchleimigen, gummi- und gallertartigen Subſtanzen iſt das Waſſer ein eigentliches Auflöſungsmittel, und der Weingeiſt und andere brennbare Geiſter löſen ſich in jedem Verhältniſſe im Waſſer auf; die Aetherarten aber nur in einer gewiſſen Menge. Dagegen verbinden ſich die Oehle, Harze, Fette und andere brennbare Stoffe ſchwerer mit dem Waſſer; wenn ſie aber mit ſalzigen Theilen gemiſcht ſind, ſo löſen ſie ſich auch ſehr leicht im Waſſer auf, wie z. B. die Oehle in Seifen, der Schwefel in der Schwefelleber u. ſ. f.

Hieraus iſt es alſo begreiflich, daß das Waſſer bey chemiſchen Operationen eine Hauptrolle ſpielt, und daß ſelbſt in der Natur dasſelbe faſt nie ganz rein ohne Beymiſchung mit andern Subſtanzen gefunden werde. Selbſt das Regen-, Schnee-, Hagel- und Thauwaſſer, wenigſtens dasjenige, das nach einer lange anhaltenden Trockenheit aus der Atmoſphäre herabfällt, enthält immer noch ſalzige Theile und andere Stoffe aufgelöſet. Auch die Quell- und Brunnenwaſſer führen meiſten Theils Erden bey ſich, welche durch die Verbindung der Luftſäure damit vereinigt ſind. Die reinſten Quell- und Flußwaſſer ſind gemeiniglich diejenigen, welche über Sand und Kieſel fließen, weil dieſe vom Waſſer am wenigſten angegriffen werden, und die von ſelbigem aufgelöſeten Salze an ſie hängen bleiben.

 Wenn

Wenn man daher ganz reines Waſſer zu chemiſchen oder phyſikaliſchen Verſuchen nöthig hat, ſo muß man zur Deſtillation desſelben ſeine Zuflucht nehmen. Man erhält es, wenn man Regen- oder Schneewaſſer aus einer gläſernen Retorte beym gelinden Feuer abdeſtillirt. Hierbey gehen die ganz flüchtigen Theile zuerſt mit über, und die feuerbeſtändigen bleiben zurück. Wenn man daher das erſte übergegangene Waſſer wegſchüttet, ſo erhält man ganz reines Waſſer, wenn man mit der Deſtillation bis zum Ueberreſte von einem Drittel oder Viertel aufhört. Ein ſolches abdeſtillirtes Waſſer muß alsdann in ſolchen gläſernen Flaſchen, die mit Papier überlegt, nicht aber mit Kork verſtopft ſind, aufbewahrt werden.

Da ſich alſo das Waſſer mit einer ſehr großen Menge von Körpern verbindet, ſo gründen ſich hierauf verſchiedene Erſcheinungen in der Natur, und mancherley von den Phyſikern erfundene Werkzeuge. So hängt ſich das Waſſer häufig an diejenigen Körper an, mit welchen es verwandt iſt, benetzt dadurch ihre Oberfläche, und dringt in ihr Inneres als Feuchtigkeit ein. In der atmoſphäriſchen Luft verdampft es, und fällt alsdann als Regen wieder herab. Ja ſelbſt als ſichtbarer Dunſt in der Atmoſphäre legt es ſich an den der Atmoſphäre ausgeſetzten Körpern an, worauf ſich die Erſcheinungen der Hygrometer gründen. M. ſ. **Hygrometer.**

Auch wird das Waſſer in einigen feſten Körpern in einen feſten Zuſtand gebracht, wie bey dem Anſchießen der Salze, da es ſodann **Kryſtalliſationswaſſer**, beſſer **Kryſtalliſationseis**, genannt wird. Auch bey der Zerlegung ſehr vieler Körper, die in dem trockenſten Zuſtande ſich befinden, wie z. B. in ausgetrockneten Knochen der Thiere, im trockenen und harten Guajakholze, findet man einen beträchtlichen Antheil Waſſer. Ueberhaupt beſitzen die organiſchen Körper, alle Kryſtalliſationen der Salze und der meiſten Erden Waſſer als einen weſentlichen Beſtandtheil in ſich. Sie verlieren dasſelbe durchs Feuer, oft auch ſchon an freyer Luft, indem ſie darin zu einem lockern und undurchſichtigen Pulver

Pulver zerfallen oder verwittern, welches ſodann das tropfbare Waſſer mit vieler Kraft wieder einſaugt und bindet. Beyſpiele hiervon geben das Brennen und nachherige Binden des Gypſes, das Verwittern und nachherige Verhärten des Glauberſalzes u. ſ. w.

Aus allen dieſen Verbindungen läßt ſich das Waſſer wieder abſcheiden, und es erhält, wenn es gehörig gereinigt wird, ganz ſeine vorige Natur wieder. Es mag entweder für ſich oder mit Hülfe eines Zwiſchenmittels deſtillirt werden, ſo wird es ſich doch beſtändig gleich bleiben, und nie in ſeinen weſentlichen Eigenſchaften einige Aenderung erleiden.

Die Peripatetiker hielten das Waſſer für eine einfache Subſtanz, oder für ein Element von unwandelbarer Natur. Nachdem man aber das Waſſer den chemiſchen Operationen mehr unterwarf, glaubte man, daß ſich dasſelbe in Erde verwandeln laſſe. Man glaubte dieß aus einem doppelten Grunde behaupten zu dürfen, einmahl, indem man durch wiederhohlte Deſtillationen des Waſſers jeder Zeit etwas Erde erhalte, und zweytens, indem Pflanzen ohne alle Erde im Waſſer zu einem merklichen Wachsthume gebracht werden könnten. So fanden **Boyle** α), **Geoffroy**, **Wallerius**, **Eller** und beſonders **Marggraf** β) nach mehrmahligen Deſtillationen des Waſſers jeder Zeit etwas Erde. Daraus folgerte **Boyle** eine Verwandlung des Waſſers in Erde, welcher Meinung auch **Newton** beytrat. Auch die ſchwediſchen Naturforſcher, beſonders **Celſius** und **Linné**, haben nachher eben dasſelbe behauptet, und daraus eine beſtändige Abnahme des Meerwaſſers und eine Zunahme der trockenen Erdfläche herleiten wollen. M. ſ. **Meer**. Allein ſchon **Boerhaave** und nachher **Pott** haben dagegen behauptet, daß aus dieſen Verſuchen keines Weges die Verwandlung des Waſſers in Erde folge. **Lavoiſier** γ) insbeſondere hat durch eine Reihe von ſehr genauen Verſuchen gezeigt,

α) De origine formarum, in opp. Genev. 1680. 4. p. 259 ſqq.
β) Mémoir. de l'Acad de Berlin.
γ) Mém. ſur la nature de l'eau etc. in den mémoir. de Paris 1770. u. in Crell's chemiſch. Journal, Th. III, S. 151.

daß der geringe Antheil von Erde, den man bey jeder Deſtillation des Waſſers erhält, nicht vom Waſſer, ſondern vielmehr von den Gefäßen herrühre, als wovon er ſich durch Abwägung der letztern vor und nach jeder Deſtillation überzeugt hielt. Dieſe Verſuche hat de Machy wiederum beſtritten, und behauptet, daß der im Waſſer enthaltene Antheil von Säuren viel zu gering und überhaupt nicht vermögend ſey, die Kieſelerde der Glasgefäße aufzulöſen, welche auch hierbey undurchſichtig werden müßten; auch betrage die aus dem Waſſer erhaltene Erde am Gewichte weit mehr, als die Gefäße verlören (welche letztere man ſogar nach manchen Operationen ſchwerer, als vorher, finde), und ſie ſey über dieß in Säuren ſehr leicht auflöslich, könne alſo nicht die Kieſelerde der Gefäße ſeyn. Fontana *) führt gegen die Verſuche des de Machy an, daß dabey eine Gemeinſchaft zwiſchen der äußern Luft und dem Innern der Gefäße Statt gefunden habe, mithin die Luft fremde Stoffe habe herbeyführen können. Er ſelbſt fand die Erde in Säuren unauflöslich und von dunkler Farbe, ſo wohl im gemeinen, als Kryſtallglaſe; ja in der einen Phiole von Kryſtallglas hatte ſich gar keine Erde erzeugt. Dieß berechtigte ihn anzunehmen, daß die gewonnene Erde wirklich vom Glaſe herrühre, ob er gleich geſteht, daß die gebliebene Durchſichtigkeit der Gläſer ein wichtiger Einwurf dagegen ſey.

Was den andern Beweis betrifft, aus welchem man die Verwandlung des Waſſers in Erde gefolgert hat, ſo beſteht dieſer in dem gedeihlichen Wachsthume der Pflanzen in bloßem Waſſer. Man war nähmlich vormahls der Meinung, daß die vorzüglichſten und reichhaltigſten Beſtandtheile der Pflanzen Waſſer und Erde wären. Da nun die Gewächſe im Waſſer zu einem merklichen Wachsthum gebracht werden konnten, ſo machte man daraus den Schluß, daß ein Theil vom aufgenommenen Waſſer ſich in Erde müſſe verwandelt haben.

*) *Rozier* journ. de phyſ. Mars 1779. überſ. in d. Leipz. Sammlung zur Phyſik u. Naturg. B. II. St. 1. S. 39.

haben. Verſuche dieſer Art haben van Helmont [α]), Boyle, Eller [β]), dü Hamel [γ]) und Bonnet [δ]) angeſtellt. Allein die neuern Erfahrungen über das Wachsthum der Pflanzen haben gezeigt, daß ſie nie im Waſſer zur Vollkommenheit kommen, und daß die Erde, welche ſie enthalten, den geringſten Beſtandtheil derſelben ausmache, ſondern daß vielmehr ganz andere Stoffe in die Miſchung der Pflanzen zu ihrem vollkommenen Gedeihen eingehen müſſen.

Auch haben ſchon die Alten geglaubt, daß ſich das Waſſer in Luft verwandeln laſſe. Sie ſuchten dieß durch die Erſcheinungen der Aeolipile zu erweiſen. Dagegen zeigte aber Wolff ganz richtig, daß der Dampf der Aeolipile keines Weges Luft, ſondern noch immer Waſſer ſey. M. ſ. Windkugel. In den neuern Zeiten iſt es endlich außer allem Zweifel geſetzt worden, daß ſich das Waſſer in Verbindung mit der Wärme unter gewiſſen Umſtänden in Luft verwandeln laſſe. Wenn nähmlich Waſſerdämpfe durch glühende Röhren geleitet werden, ſo nehmen ſie die Luftgeſtalt an. Es hängt jedoch die Natur dieſer Luftart von der Materie des Rohrs ab. Durch glühende irdene Röhren entſteht Stickgas, durch eiſerne Röhren brennbares Gas (Waſſerſtoffgas). Im Jahr 1785. verwandelte Prieſtley reines Waſſer in wirkliche Luft, indem er ſelbiges mit lebendigem Kalke in irdenen Retorten in Verbindung brachte, und einer ſtarken Hitze ausſetzte. Die erhaltene Luft war zum Theil Stickſtoffluft, und insgeſammt von denjenigen Eigenſchaften, daß kaum ein Licht in ihr brannte. Wendete er bloß gläſerne Retorten an, ſo erhielt er Dämpfe, aber keine Luft, aus eiſernen Röhren hingegen brennbare Luft. Lavoiſier und Meusnier [ε]) entwickelten vermittelſt eines eigenen Appa-

α) Complexion. atque mixtio. elem. figm. in opp. Havn. 1707. p. 104.

β) Mémoir. de Berlin 1746. p. 45.

γ) Phyſique des arbres. Tom. II. p. 198 ſqq.

δ) Mémoir. préſentés, Tom. I. p. 420 ſqq. und Betrachtungen über die Natur. Leipz. 1772. 8. S. 124 f.

ε) Memoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1781.

rats aus Waſſer, das auf glühende Kohlen getröpfelt wurde, eine ſehr große Menge brennbarer Luft, wobey ſich der Eiſendraht in einen feinen Eiſenkalk verwandelte. Die auf ſolche Art durchs Waſſer erzeugte Luft, wobey ſich der Eiſendraht in einen feinen Eiſenkalk verwandelte, iſt auf mancherley Art erklärt worden, und überhaupt hat man daraus Folgen hergeleitet, welche überaus wichtig geworden ſind. Prieſtley und viele andere Phyſiker hielten das Waſſer für einen einfachen Stoff, und glaubten, daß das Waſſer in einer innigen Verbindung mit der Wärme die Luftgeſtalt annehme, jedoch werde hierzu noch die Dazwiſchenkunſt irgend eines dritten Stoffs erfordert, welcher in den Verſuchen entweder aus der Materie des Rohrs kommen, oder aus der Luft durch das Rohr dringen, oder der durchs Glühen entwickelte Lichtſtoff ſeyn müſſe. Dagegen wird nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme dieſe Erzeugung der Luft ganz anders erklärt. Hiernach ſieht man nähmlich das Waſſer als einen zuſammengeſetzten Körper an, welcher, um Luftarten zu bilden, erſt in ſeine Beſtandtheile zerlegt werden müſſe, ſo daß die entſtandene Luft nicht das Waſſer ſelbſt, ſondern nur den einen oder den andern Beſtandtheil deſſelben in einer chemiſchen Vereinigung mit dem Wärmeſtoffe enthält.

Um dieſen wichtigen Gegenſtand mehr aufzuhellen, gab ſich der Herr von Hauch in Koppenhagen die Mühe, mehrere Verſuche dieſer Art anzuſtellen *). Ließ er die Waſſerdämpfe durch gläſerne, goldene, gegoſſene kupferne, ſilberne und porcellanene glühende Röhren gehen, ſo veränderten ſie ſich nicht, ſondern ſie verdichteten ſich nach dem Erkalten wieder zu wirklichen Waſſer. Dagegen gaben ſie durch glühende eiſerne Röhren getrieben brennbares Gas, und durch glühende irdene Stickſtoffgas. Wenn er porcellanene Röhren mit zerbrochenem Eiſen oder Zink anfüllte, ſo gaben

*) Verſuche über die Beſtandtheile und die Zergliederung des Waſſers. Aus dem Dän. in Gren's Journal der Phyſik, B. VIII. S. 27 u. f.

gaben durchgeleitete Waſſerdämpfe in der Weißglühehitze brennbares Gas; nahm er ſtatt des Zinks Bley, Zinn, Spießglaskönig, ſo erhielt er Stickgas; nahm er Braunſtein, ſo erzeugte ſich zuerſt Lebensluft, ſodann aber häufiges Stickgas. Durch eine glühende ſilberne Röhre mit trockenen Kohlen angefüllt gaben die Waſſerdämpfe fixe Luft und einiges brennbares Gas.

Brachte er ein Rohr von gebranntem Pfeifenthone in eine gegoſſene kupferne Röhre, und erhitzte Alles bis zum Weißglühen, ſo blieben die ausgehenden Waſſerdämpfe ungeändert. Dieß nähmliche geſchah, wenn das thönerne Rohr in ein eiſernes geſteckt war, bis jenes zerbrach, da ſich alsdann brennbares Gas entwickelte. Ward das thönerne Rohr in ein ſilbernes eingeſchloſſen, ſo erſchien etwas Stickgas, aber die ſilberne Röhre war angeſchmolzen und durchlöchert.

Aus dieſen Verſuchen folgert Herr von Hauch, daß das Waſſer durch die Hitze allein nicht in eine permanent elaſtiſche Flüſſigkeit verwandelt werden könne. Da nun ſo viele Körper in Verbindung mit dem Waſſer durch die Einwirkung von Hitze Stickgas geben, ſo müſſe das Waſſer zur Bildung desſelben wenigſtens eben ſo viel Antheil haben, als zur Bildung jeder andern Gasart; denn man könne nicht annehmen, daß dieſes Gas aus den Körpern komme, da dieſelben durch Behandlung mit Feuer allein und ohne Waſſer gar kein Gas geben.

Daß Waſſerdämpfe durch Röhren von gebranntem Thon geleitet Stickgas liefern, haben die meiſten Phyſiker daher leiten wollen, daß das Stickgas von außen eindringe. Allein neuerlich hat man doch finden wollen, daß der Thon an derjenigen Stelle, wo er glühend erhalten wird, eine gewiſſe Veränderung erlitten habe, und Herr Göttling iſt der Meinung, daß dieß Stickgas vorzüglich aus der Verbindung des Lichtſtoffs erzeugt werde. M. ſ. Gas, dephlogiſtiſirtes.

Schon Boerhaave [α]) nahm eine Erſcheinung wahr, welche auf die Zuſammenſetzung des Waſſers hinwies, und deren Urſache er zu ergründen wünſchte. Wilkins [β]) hat hierauf zuerſt aufmerkſam gemacht. Er verbrannte nähmlich in einem verſchloſſenen Gefäße eine Quantität Alkohol, und das vorzüglich daher entſtandene Produkt war Waſſer. Daher ſagt er: apparet hinc, materiem hanc maxime inflammabilem, dum ab igne in flammam vertitur, dum ergo ignem vere alit, videri mutari in aliam materiem, quae poſt hanc mutationem ipſum ignem nutriri nequit amplius, ſed in aquam quantam abit, quantum nobis iudicare licet. An haec aqua in alkohole prius haeſerit, nulla, niſi hac arte, ſeparabilis? An vis ignis comburens alkohol in aquam puram vera commutatione conuerterit? alia deinde exempla docebunt, a prudentibus inſtituenda. Auch Geoffroy [γ]) kannte dieſen Verſuch.

Newton [δ]) verglich die lichtbrechende Kraft des Waſſers mit der lichtbrechenden Kraft anderer durchſichtiger Körper, und ſchloß aus ſeinen Verſuchen, der Diamant ſey eine verbrennliche Subſtanz und das Waſſer ſey ein Körper, der zwiſchen den verbrennlichen und nicht verbrennlichen Körpern ungefähr das Mittel halte. Beyde Vermuthungen ſind nunmehr aufs Vollkommenſte beſtätigt, und zur wirklichen Wahrheit geworden.

Macquer [ε]) bemerkte zuerſt, daß bey dem Verbrennen des brennbaren Gas Waſſer entſtehe. Er ſagt, ich habe mich dadurch, daß ich eine weiße porcellanene Schale an die Flamme des entzündlichen Gas, welches an der Mündung der Flaſche ruhig brennt, gehalten habe, überzeugt, daß dieſe Flamme von keinem rußigen Rauche begleitet ſey. Denn der

α) Element. chem. Tom. I. p. 320.
β) Gren's Journal der Phyſik. B. V. S. 19 u. f.
γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1718.
δ) Optice latin red. a *Sam. Clarke.* Lond. 1706. 4. p. 234.
ε) Chymiſches Wörterbuch durch Leonhardi, Th. II. Leipz. 1781. Art. Gas, entzündbares. S. 468.

der Ort der Schale, den die Flamme traf, blieb vollkommen weiß. Er fand ſie bloß mit ziemlich merklichen Tröpfchen einer nach Art des Waſſers weißen Feuchtigkeit, welche wirklich nichts anders als Waſſer zu ſeyn ſchienen, benetzt. Macquer kannte aber die Wichtigkeit dieſer Erſcheinung nicht.

Warltire [α]) brannte brennbare Luſt mit gemeiner in gläſernen Kugeln an, um das Gewicht der Wärme zu beſtimmen, das hierbey verloren gehen würde. Er nahm dabey wahr, daß die Wände der Kugeln überall mit Waſſer überzogen waren, glaubte aber in dieſer Erſcheinung nichts weiter zu bemerken, als daß die gemeine Luſt das in ihr aufgelöſete Waſſer durch die Phlogiſtication abſetze.

Dieſe von Warltire angeſtellten Verſuche gaben indeſſen dem Herrn Cavendiſh im Jahr 1781. die Veranlaſſung, mehrere Verſuche dieſer Art anzuſtellen [β]). Er bewies zuerſt, daß das Waſſer aus der Verbindung der brennbaren und atmoſphäriſchen Luſt entſtehe, und daß das hervorgebrachte Waſſer eben ſo ſchwer ſey, als die beyden Luſtarten (die rückſtändige Stickluſt abgerechnet). Er bewies ferner, daß aus der Vereinigung des Sauerſtoffs mit dem Waſſerſtoffe das Waſſer, und aus der Verbindung des Waſſerſtoffs mit dem Stickſtoffe Salpeterſäure entſtehe; daß die Menge dieſer Salpeterſäure verſchieden ſey, und daß dieſelbe vorzüglich von zwey Umſtänden abhange, 1) von dem Verhältniſſe der brennbaren Luſt, welche verbrannt wird. Iſt die Menge dieſer Luſt geringe, ſo daß noch viel unverbrannte atmoſphäriſche Luſt zurückbleibt, ſo entſteht ziemlich viel Salpeterſäure; iſt dagegen die Menge des brennbaren Gas ſo groß, daß gar keine unverbrannte atmoſphäriſche Luſt übrig bleibt, ſo entſteht auch keine Salpeterſäure; 2) von dem Verhältniſſe des Stickgas, welches die atmoſphäriſche Luſt enthält. Aus dieſen Verſuchen ſchloß auch Watt, welcher vorzüglichen Antheil daran hatte, daß das Waſſer aus brennbarer und reiner Luſt zuſammengeſetzt ſey, welche man ihrer latenten Wärme

 beraubt

α) Philoſ. Tranſ. Vol. LXXIV.

β) Prieſtley Verſuche und Beobacht. über verſchied. Gattung. der Luſt. B. V.

beraubt habe; und daß die reine Luft ſelbſt nichts weiter, als ein ſeines Phlogiſtons beraubtes und mit Elementarfeuer und Licht verbundenes Waſſer ſey. Dieſe ſeine Theorie unterſtützte er durch die Bemerkung, daß diejenigen Stoffe, aus welchen man reine Luft erhalte, z. B. Salpeter, Alaun, Metallkalke, eine ſehr große Verwandtſchaft mit dem Phlogiſton hätten, mithin ſelbiges bey der Erzeugung der Luft an ſich behielten. Hieraus erklärte er auch, warum das Waſſer nur in irdenen, nicht aber in gläſernen Röhren, in Luft ſich verwandeln könne, weil nähmlich die Subſtanz der irdenen Röhren das Phlogiſton aufnehme, und durch die Hitze durchlaſſe, welches aber bey gläſernen Röhren nicht Statt finde. Dr. Prieſtley fand aber bey dieſer Theorie noch verſchiedene Schwierigkeiten, wodurch die Bekanntmachung dieſer Entdeckungen verzögert wurde. Endlich reiſete im Juni 1783. Blagden, Cavendiſh's Freund, nach Paris, machte die daſigen Phyſiker mit den Verſuchen bekannt, und veranlaßte dadurch die merkwürdigen Verſuche der Herren Lavoiſier, la Place, Meusnier und Monge *). Der erſte, welcher dieſe Verſuche wiederhohlte, war Monge in Mezieres. Er erhielt nach dem Verbrennen Waſſer, das etwas ſäuerlich war. Nachher machten die Herren Lavoiſier und Meusnier in Gegenwart der Commiſſarien der Akademie einen zweyten Verſuch. Die reine Luft, welche man hierzu gebrauchte, wog 5 Unzen 5 Quentchen 12 Grän. Sie ließ in einer mit trockenem Laugenſalze angefüllten Röhre, durch welche ſie durchgehen mußte, ehe ſie in den Kolben kam, worin das Verbrennen geſchah, 35 Gran Waſſer zurück, welches ſie enthalten hatte. Die brennbare Luft wog 6 Quentchen 30 Grän; in dem trockenen Laugenſalze ließ ſie 44 Grän Feuchtigkeit zurück. Folglich wurden verbrannt

5 Unzen 4 Quentch. 94 Grän Sauerſtoffluft
mit 0 — 5 — 48 — brennbarer Luft

6 Unzen 2 Quentch. 35 Grän.

Nach

*) Mémoir. ou l'on prouve, que l'eau n'eſt pas une ſubſtance ſimple; in den Mémoir. de l'Acad. 1781. welche erſt 1784. herauskamen.

Nach dem Verbrennen blieb übrig 6 Quentchen 24 Grän gemiſchtes Gas. Mithin ſind verbrannt worden 5 Unzen 4 Quentchen 11 Grän Gas. Das erhaltene Waſſer wog 5 Unzen 4 Quentchen 41 Grän, folglich 30 Grän mehr, als die verbrannten Luftarten. Das erhaltene Waſſer war ſäuerlich, und jede Unze desſelben enthielt 5 Grän Salpeterſäure.

Durch dieſe Verſuche ward endlich das Gebäude des antiphlogiſtiſchen Syſtems vollendet. Man brachte in ſelbiges den Waſſerſtoff, und betrachtete das Waſſer als eine Zuſammenſetzung desſelben mit dem Sauerſtoffe; den Stickſtoff aber nahm man zur Grundlage der Salpeterſäure an, und erklärte die aus den angeführten Verſuchen erſchienene Salpeterſäure aus der Vereinigung des Sauerſtoffs mit dem Stickſtoffe, indem das Eudiometer zeigte, daß der zwölfte Theil der zum Verſuche gebrauchten reinen Luft aus Stickgas beſtanden hatte.

Zu dieſen Verſuchen wurden eigene Geräthſchaften unter dem Nahmen Gazometer gebraucht, von welchen ein beſonderer Artikel dieſes Wörterbuchs handelt.

Ein dritter Verſuch wurde von dem Mechanikus Fortin mit einer von ihm verfertigten und verbeſſerten Maſchine in Gegenwart des Herrn Lefevre angeſtellt. Man verbrannte 254 Quentchen und 10 Gran Sauerſtoffgas mit 66 Quentch. 4 Gran brennbarer Luft, und erhielt 279 Quentchen und 27 Gran Waſſer. Das unverbrannte elaſtiſche Reſiduum wog 30 Qu. 23 Gran. Das Waſſer war etwas ſäuerlich.

In allen dieſen Verſuchen war das erhaltene Waſſer mehr oder weniger mit Salpeterſäure gemiſcht, welche aus dem mit dem Sauerſtoffe verbundenen Stickſtoffe durch das Verbrennen entſtanden war. Da aber beſonders Dr. Prieſtley behauptete, daß dieſe Salpeterſäure aus der Verbindung des Sauerſtoffs mit dem Waſſerſtoffe entſtanden ſey, ſo wurde zur Widerlegung dieſes Einwurfs ein neuer Verſuch von den Herren Fourcroy, Seguin, Vauquelin und Arejula angeſtellt. Um das Sauerſtoffgas rein zu erhalten, bereiteten ſie daſſelbe aus der überſauren kochſalzſauren Pottaſche. Hundert

Hundert Cubikzoll dieſes Sauerſtoffgas enthielten nur drey Cubikzoll Stickſtoffgas. Die brennbare Luft erhielten ſie durch eine Auflöſung des Zinks in verdünnter Schwefelſäure. Das Verbrennen geſchah mit der größten Vorſicht und ſehr langſam. Man verbrannte 25582 Cubikzoll brennbare Luft und 12457 Cubikzoll Sauerſtoffgas. Die verbrauchte brennbare Luft wog 1039,358 Gran, die reine Luft 6209,869 Grän. Beyde verbrannte Gasarten wogen alſo 12 Unzen 4 Qu. 49 Grän. Das nach geendigtem Verſuche erhaltene Waſſer wog 12 Unz. 4 Qu. 45 Grän; es war ganz rein und von aller Säure frey. Sein ſpecifiſches Gewicht war dem ſpecifiſchen Gewichte des deſtillirten Waſſers vollkommen gleich.

Auch Herr Girtanner machte zu Paris in Gegenwart des jüngern Herrn von Jacquin mit einer auf Koſten des Kaiſers unter Aufſicht des Herrn von Jacquin verfertigten und für die Univerſität zu Wien beſtimmten Maſchine dieſe Verſuche. Auch hier ward ganz reines Waſſer ohne alle Beymiſchung von Säure erhalten.

Dr. Prieſtley, welcher durch mancherley Verſuche anzunehmen ſich berechtigt glaubte, daß das Waſſer keines Weges aus dieſen beyden Luftarten zuſammengeſetzt ſey, ſondern daß es vielmehr mit den Luftarten ſich verbinden und ihre Geſtalt annehmen könnte, meinte bey neuern Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand *) gefunden zu haben, daß die Säure beym Verbrennen beyder Gasarten nur alsdann zum Vorſcheine komme, wenn ein Ueberſchuß an reiner Luft zugegen ſey; daß im Gegentheil das Produkt bloß Waſſer ſey, wenn ein Ueberſchuß von brennbarem Gas Statt finde. Dieſe Erſcheinungen erklären dagegen die Antiphlogiſtiker durch den Stickſtoff, der ſich beſtändig in der reinen Luft mit befinde; dieſer erzeuge nähmlich mit dem Ueberſchuſſe des Sauerſtoffs Salpeterſäure; ſey aber brennbare Luft genug vorhanden, ſo bleibe der Stickſtoff als Stickgas unverändert zurück. Prieſtley ſchien jedoch wahrgenommen zu haben,

daß

*) Philoſ. Tranſ. Vol. LXXXI. p. 213. überſ. in Gren's Journal der Phyſik. B. VI. S. 410.

daß die Menge der Säure, wenn dergleichen entſtanden, immer größer war, als die phlogiſtiſche Luft hätte geben können. Hieraus folgert er nun, daß man die Grundlage der Säure nicht in der Stickluft, ſondern in der reinen und brennbaren Luft ſuchen müſſe, und wird auf ſolche Art in ſeiner vorgefaßten Meinung beſtärkt, daß das Waſſer wirklich ſchon in allen Luftarten enthalten ſey.

Gegen den Einwurf, daß das Waſſer nicht durch die Vereinigung des Sauerſtoffs mit dem Waſſerſtoffe, ſondern dasſelbe in beyden Gasarten ſchon vorher enthalten ſey, und bloß durchs Verbrennen abgeſondert werde, antworten die Antiphlogiſtiker auf folgende Art: es betrage das aus der Verbrennung der beyden Gasarten erhaltene Waſſer genau ſo viel am Gewichte, als das Gewicht beyder Gasarten vor dem Verbrennen betrug. Wenn daher das erhaltene Waſſer ſchon in den Gasarten enthalten geweſen wäre, ſo müßten Gas und Waſſer einerley ſeyn. Aber dieß ſtreite gegen alle Erfahrung, denn zwey Körper, welche ganz verſchiedene Eigenſchaften beſäßen, könnten unmöglich einerley ſeyn.

Außer dem gäbe es auch einen Verſuch, welcher dieſen Einwurf völlig widerlege. Man fülle nähmlich eine mit Queckſilber angefüllte und auf Queckſilber ſtehende Glocke mit brennbarem Gas, bringe einen metalliſchen Kalk unter dieſelbe, und laſſe nachher den Brennpunkt eines Brennglaſes auf dieſen Kalk fallen, ſo wird der Kalk reducirt, ſein Gewicht nimmt ab; der Waſſerſtoff vereiniget ſich mit dem Sauerſtoffe, der während der Reduction aus dem Kalke ſich entwickelt; es entſteht eine beträchtliche Menge Waſſers, und die Glocke füllt ſich mit Queckſilber an zum Beweiſe, daß das brennbare Gas abſorbirt worden iſt. Das Gewicht des erhaltenen Waſſers beträgt weit mehr, als das Gewicht des brennbaren Gas betrug; daher könne es nicht vorher in demſelben enthalten geweſen ſeyn.

Herr de Lüc, welcher anfänglich die Waſſererzeugung aus dem Verbrennen der beyden Gasarten den erſten Strahl der Morgenröthe in der Meteorologie nennt, und ſelbige zur Erklä-

Erklärung des Regens gebraucht, hat jedoch nachher verſchiedene Einwürfe gegen die Beweiſe der Antiphlogiſtiker über die Entſtehung des Waſſers gemacht α). Er bemerkt, daß man unmöglich die Erzeugung des Waſſers durchs Verbrennen der beyden Luftarten als einen Beweis gegen dieſe Behauptung anführen könne, daß ſchon vor der Verbrennung Waſſer in den Luftarten enthalten, und bloß in jeder mit einer andern die beſondere Natur des Gas beſtimmenden Subſtanz verbunden ſey, ohne auch zugleich ſtillſchweigend anzunehmen, daß dieſe Entſtehung nicht anders, als durch Zuſammenſetzung möglich ſey. Dieß ohne allen Beweis anzunehmen, ſey eine wahre petitio principii. Es ſollten die Antiphlogiſtiker entweder a priori beweiſen, daß man durch Abſonderung der Luftarten kein Waſſer erhalten könne, oder durch Verſuche darthun, daß in denſelben keines enthalten ſey.

Was nun die Verſuche über die Zerlegung des Waſſers ſelbſt betrifft, ſo haben ſich vorzüglich die franzöſiſchen Phyſiker und Chemiker zuerſt damit beſchäftigt, und Lavoiſier insbeſondere fand dieſen Satz für ſein Syſtem ſo äußerſt wichtig, daß er ihn nicht allein aus der Syntheſis zu folgern, ſondern auch durch die Analyſe zu beſtätigen ſuchte. Die erſtern Verſuche waren aber noch ſehr unvollkommen β). Er brachte in ein mit Queckſilber gefülltes und in Queckſilber umgeſtürztes gläſernes Gefäß etwas Waſſer mit ſehr reiner unverroſteter Stahlfeile. Nach den erſten 24 Stunden fing das Eiſen zu roſten an, und es entwickelte ſich zugleich etwas brennbare Luft. Das Gewicht des Eiſens fand er nach gehöriger Trocknung um etwas vermehrt. Daraus ſchloß er, daß das Waſſer in zwey Beſtandtheile wäre zerlegt worden; der Sauerſtoff habe nähmlich das Eiſen verkalkt, und der Waſſerſtoff die Geſtalt der brennbaren Luft angenommen.

Nicht

α) Erſter Brief an de la Metherie über die Natur des Waſſers. aus dem journal de phyſ. Fevr. 1790. p. 14. überſ. in Gren's Journal der Phyſ. B. II. S. 254. §. 4. 5.

β) Journal de phyſique Dec. 1783. u. im Gothaiſch. Magaz. B. II. St. 4. S. 91. 92.

Nicht lange darnach aber ſtellten Lavoiſier und la Place genauere Verſuche an, aus welchen ſie die Zerlegung des Waſſers in Sauerſtoff und Waſſerſtoff mit Gewißheit zu ſchließen ſich berechtigten. Man ließ zuerſt eine Glasröhre in einer etwas geneigten Lage durch einen Ofen gehen, machte ſie glühend, leitete von oben herein eine beſtimmte Menge Waſſerdämpfe, fing dasjenige, was aus dem untern Ende der Glasröhre herausging, in eine ſpiralförmig gewundene gläſerne Röhre auf, und leitete es durch dieſelbe in eine Flaſche, welche durch eine andere Röhre mit dem chemiſch-pneumatiſchen Apparate verbunden war. Wenn nun die Glasröhre bloß glühend gemacht ward, ſo kühlten ſich die durch ſelbige gegangenen Dämpfe des Waſſers in der ſpiralförmigen Röhre ab, und verdichteten ſich wieder zu Waſſer, das in die Flaſche hinein tröpfelte. Zuletzt fand man alles Waſſer wieder, ohne daß ſich irgend eine Luftart entwickelt hatte, mithin war dieſe Operation eine bloße Deſtillation des Waſſers.

Brachte man hingegen in die ſchiefliegende Glasröhre 28 Gran gröblich zerſtoßene wohl ausgeglühete Kohle, und operirte eben ſo wie vorher, ſo waren am Ende alle Kohlen verſchwunden, auch fand man nicht alles übergetriebene Waſſer in der Flaſche wieder, ſondern es fehlten davon 85,7 Gran; es war nähmlich eine Menge Gas entſtanden, das ſich im chemiſch-pneumatiſchen Apparate geſammelt hatte, und aus 100 Gran Luftſäure und 13,2 Gran einer ſehr leichten brennbaren Luft beſtand, mithin gerade ſo viel wog, als das verloren gegangene Waſſer und die Kohle zuſammen (85,7 + 28 = 113,7). Hieraus ſchloß Lavoiſier, daß die 85,7 Gran Waſſer durch dieſen Prozeß zerſetzt worden wären, und daß es zuvor aus 72 Gran Sauerſtoff, und 137 Gran Waſſerſtoff beſtanden habe. Nach ſeiner Erklärung haben ſich die 28 Gran Kohle mit den 72 Gran Sauerſtoff zu 100 Gran Luftſäure (Kohlengas) verbunden.

Brachte er ſtatt der Kohle in die Glasröhre 274 Gran kleine, ſpiralförmig gewundene Bleche von ſehr weichem Eiſen, ſo fand er am Ende der Operation dieſes Eiſen verkalkt,

mit

mit einer Gewichtszunahme von 85 Grän. Das Waſſer hatte einen Verluſt von 100 Gran erlitten. Jetzt fand ſich im chemiſch-pneumatiſchen Apparate ein ſehr leichtes brennbares Gas, das nur 15 Grän wog. Daraus zog man abermahls den Schluß, daß die 100 Grän verloren gegangenes Waſſer zerſetzt worden wären, und zuvor aus 85 Grän Sauerſtoff und 15 Grän Waſſerſtoff beſtanden hätten.

Dieſen Verſuchen und den daraus gemachten Schlüſſen zu Folge betrachtete man das Waſſer als eine zuſammengeſetzte Subſtanz, deren einer Beſtandtheil das Oxygen und der andere der Waſſerſtoff iſt. Von dieſem Waſſerſtoffe behauptet Lavoiſier, daß er für ſich allein bey dem Drucke der Luft und den Temperaturen, worin wir leben, nie anders als im Zuſtande eines Gas erſcheinen könne.

Dieſe Behauptung von der Zuſammenſetzung des Waſſers aus beyden genannten Stoffen ſuchte man auch durch die Syntheſis zu beſtätigen. Man kittete nähmlich auf einen gläſernen, etwa 10 Pinten Waſſer haltenden, Ballon eine Kupferplatte auf, durch welche 4 Röhren gingen. Die erſte Röhre war mit der Luftpumpe verbunden, um den Ballon luftleer zu machen, die andere Röhre ging in ein Behältniß mit reiner, und die dritte in eines mit brennbarer Luft. Dieſe drey Röhren ſind mit Hähnen verſehen; die vierte Röhre iſt von Glas, und enthält einen Metalldraht mit einem kleinen Knopfe, um daraus gegen die Oeffnung der metallenen Röhre, aus welcher die brennbare Luft ausgeht, innerhalb des Ballons einen elektriſchen Funken ſchlagen zu laſſen. Die Luftarten, welche in dieſen Ballon geleitet wurden, gingen durch ſalzſauren Kalk, damit ſie ſo viel als möglich trocken waren. Nun machte man die erſte Röhre an die Luftpumpe, machte den Ballon luftleer, und leitete durch die andern Röhren vermittelſt der Hähne reine und brennbare Luft hinein, doch allemahl von der erſtern mehr, als von der andern. Wenn nun das Gemiſch von dem elektriſchen Funken entzündet ward, ſo ſetzte ſich an der innern Fläche des Ballons Waſſer ab, welches ſich endlich in großen Tropfen vereinigte und

auf

auf dem Boden ſammelte. Durch Abwägung des Ballons vor und nach der Operation wurde das Gewicht des Waſſers beſtimmt. Nach der Verſicherung der Herren **Lavoiſier** und **Meusnier** haben ſie aus 85 Theilen Oxygen und 15 Theilen Hydrogen 100 Theile Waſſer dem Gewichte nach erhalten. Hieraus glaubte man nun mit Gewißheit ſchließen zu können, daß das Waſſer aus Oxygen und Hydrogen zuſammengeſetzt ſey. Uebrigens beſäßen dieſe Stoffe abgeſondert von einander eine ſolche große Verwandtſchaft gegen den Wärmeſtoff, daß ſie nie anders, als unter der Geſtalt von Gasarten erſcheinen könnten.

Der erſte, welcher dieſen Verſuchen widerſprach, war **de la Metherie** *). Er läugnete die Zerſetzung des Waſſers durch das Eiſen, weil man nach ſeinen Verſuchen keine brennbare Luft erhalte, wenn man Waſſer über Eiſenfeile hinweggehen laſſe. Weit wichtigere Einwürfe ſetzten dieſen Verſuchen **Prieſtley, Fontana, Klaproth, Weſtrumb, Achard** u. ſ. entgegen, unter welchen der vorzüglichſte dieſer iſt, daß die Zerlegung des Waſſers von den Antiphlogiſtikern nicht durch das Factum ſelbſt, ſondern erſt durch die angenommene Erklärung ſelbſt bewieſen werde.

Da die Verſuche von einigen Naturforſchern bezweifelt wurden, ſo ſuchte man ſie durch öffentliche Veranſtaltung zu beſtätigen. Das merkwürdigſte Experiment iſt nach **Girtanner's** Erzählung Folgendes. Man füllte einen vom Schaft genommenen Flintenlauf mit dickem Eiſendrahte an, welcher vorher unter dem Hammer war breit geſchlagen worden. Hierauf wurde der Flintenlauf mit dem darin enthaltenen Eiſendrahte auf das genaueſte und ſorgfältigſte gewogen, dann mit einem Kitte überzogen, und in einer ſchiefen Lage in einen Ofen gelegt. Die obere Oeffnung des Flintenlaufs wurde hierauf mit einem großen Trichter verbunden, der voll Waſſer war, aber unten das Waſſer nur tropfenweiſe durch eine ſehr enge Oeffnung offen ließ, die vermittelſt eines Hahns verſchloſſen

*) Journal de phyſique. Janv. 1784.

verſchloſſen und geöffnet werden konnte. Der Trichter war oben verſchloſſen, um das Ausdunſten des Waſſers zu verhindern. Am untern Ende des Flintenlaufs war eine tubulirte Vorlage angebracht, um das nicht zerlegte Waſſer aufzufangen. Aus der Tubulatur der Vorlage ging eine gläſerne Röhre unter die zum Auffangen der Gasarten beſtimmten Gefäße. Um den Verſuch entſcheidend zu machen, ward vor dem Anfange desſelben der ganze Apparat luftleer gemacht. Nachdem dieſes geſchehen war, wurde das Feuer im Ofen angezündet, und der Flintenlauf glühend gemacht. Dann ließ man das Waſſer tropfenweiſe aus dem Trichter in den Flintenlauf. Es entwickelte ſich eine Menge brennbares Gas. Nach geendigtem Verſuche wurde der Flintenlauf aus dem Ofen genommen, und nachdem der Kitt rein davon abgeſchlagen war, wurde derſelbe gewogen. Am Gewichte hatte er beträchtlich zugenommen. Dieſe Zunahme am Gewichte zu dem Gewichte des brennbaren Gas addirt war ziemlich genau dem Gewichte des zerſetzten Waſſers gleich. Der Eiſendraht, womit der Flintenlauf angefüllt war, und die innere Seite des Flintenlaufs ſelbſt, waren ganz in ſchwarzen Eiſenkalk verwandelt, welcher ſchon kryſtalliſirt war, und ausſah wie die Eiſenminer von der Inſel Elba. Das durch den Verſuch erhaltene brennbare Gas wurde mit ſo viel Sauerſtoff vermiſcht, als ſich während des Verſuchs mit dem Eiſen verbunden hatte, und nachher verbrannt. Man erhielt etwas mehr Waſſer, als zu dem Verſuche verwendet worden.

Solche deciſive Verſuche, ſagt Girtanner, laſſen ſich durch hypothetiſches Räſonnement nicht wegdiſputiren; man muß entweder beweiſen, daß dieſe Verſuche unrichtig ſind, oder man muß andere eben ſo deciſive Verſuche anſtellen, welche das Gegentheil beweiſen, oder man muß ſich für überzeugt halten.

Gegen dieſen Verſuch iſt aber wieder eingewendet worden, er ſey zwar ſo, wie er beſchrieben worden, wahr, das Waſſer werde aber dabey nicht zerſetzt, ſondern es entwickele ſich

ſich nur die brennbare Luft aus dem Eiſen, und löſe das Waſſer auf, ſo daß dasſelbe verſchwinde. Allein die Antiphlogiſtiker antworten darauf, dieſe Erklärungsart ſtimme gar nicht mit den Thatſachen überein; denn 1) ſey die Zunahme des Gewichts des Eiſens, addirt zu dem Gewichte des erhaltenen brennbaren Gas aufs allergenaueſte gleich dem Gewichte des verſchwundenen Waſſers, und 2) wenn man das erhaltene brennbare Gas mit dem Sauerſtoffgas verbinde, ſo zeige ſich, daß dasſelbe im Verbrennen eben ſo viel Sauerſtoffgas einſauge als die Zunahme des Gewichts des Eiſens betrage, und daß das Waſſer, welches nach dem Verbrennen zurückbleibe, genau ſo viel betrage, als in dem Verſuche zerlegt worden ſey. Uebrigens ſey es eine ſehr unwahrſcheinliche und bis jetzt noch unbewieſene Hypotheſe, daß das Eiſen Waſſerſtoff oder brennbares Gas in ſeiner Miſchung enthalte, welches erſt noch müſſe bewieſen werden.

Noch hat man gegen die Waſſerzerlegung durch Eiſen folgenden von Dr. Prieſtley angeſtellten Verſuch angeführt. Es ward nähmlich ein Stück Eiſen unter einer mit Sauerſtoffgas angefüllten Glocke dem Brennpunkte eines Brennglaſes ausgeſetzt. Das Gas verminderte ſich und wurde von dem Eiſen eingeſogen. Das Eiſen verwandelte ſich in einen ſchwarzen Kalk, der ſchwerer als das Metall war. Nachher ſetzte Prieſtley dieſen Kalk unter eine mit brennbarem Gas angefüllte Glocke, und ließ den Brennpunkt darauf fallen; es entſtand Waſſer, das Gas verminderte ſich, und das Eiſen wurde zum Theil reducirt. Hier ſchien es, als ſauge das Eiſen Waſſer aus dem Sauerſtoffgas ein, und laſſe es nachher wieder fahren, um dafür aus dem brennbaren Gas etwas an ſich zu nehmen, wodurch es reducirt werde. Dagegen bemerkt aber Girtanner, daß gerade dieſer Verſuch einer der auffallendſten Beweiſe für die antiphlogiſtiſche Theorie ſey. Das Waſſer werde nähmlich durch das Eiſen zerlegt, weil in der Glühehitze der Sauerſtoff zum Eiſen eine größere Verwandtſchaft habe, als zum brennbaren Gas; aber dieſe Verwandtſchaft habe ihre Gränzen. Es entziehe daher

das Eiſen dem Waſſer niemahls mehr Sauerſtoff, als ſo viel nöthig iſt, um in einen ſchwarzen kryſtalliſirten **Eiſenmohr** verwandelt zu werden. Aus dem Sauerſtoffgas aber nehme es weit mehr Sauerſtoff auf, als es nachher in der brennbaren Luft enthalten könne. Es gehe alſo der nunmehr überflüſſige Sauerſtoff heraus, verbinde ſich mit dem Waſſerſtoffe des brennbaren Gas zu Waſſer, und das vorher weit ſtärker verkalkte Eiſen trete in den Zuſtand des Eiſenmohrs zurück.

Da aber auch dieſer Verſuch immer noch eine Erklärung zuließ, welche der Erklärung der Antiphlogiſtiker entgegen war, ſo verſuchte man durch einen bloßen elektriſchen Funken das Waſſer zu zerlegen. Auch ſchien wirklich ein Verſuch dieſer Art, der im Jahr 1789. zu Amſterdam von den Herren **Paets van Trooſtwyck** und **Deiman** angeſtellt wurde, entſcheidend zu ſeyn, den auch **Schurer** *) als Augenzeuge beſchreibt. Herrn **Cuthbertſon's** **) Nachricht davon iſt folgende: Man nahm eine Glasröhre (fig. 28.), welche ungefähr $\frac{1}{30}$ Zoll im Lichten hatte, und bog ſie zwey Mahl, ſo wie es die Fig. vorſtellt; das untere Ende der Röhre blieb offen, in das obere ward ein Golddraht geſteckt, der ungefähr 1 Zoll weit in die Röhre hineinging, auswendig aber noch etwas über dieſelbe hervorragte, und in dieſer Lage ward die obere Oeffnung der Röhre zugeſchmolzen. Ein anderer langer Golddraht ward durch die unterſte Oeffnung ſo weit in die Röhre geſchoben, bis deſſen oberſtes Ende von dem unterſten des vorigen Drahts noch ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll entfernt war. Hiernächſt ward die Röhre mit deſtillirtem Waſſer gefüllt, und mit dem offenen Ende in ein Glas geſetzt, welches eben ſolches Waſſer enthielt. Beydes zuſammen brachte man hierauf unter die Glocke auf einem Teller der Luftpumpe, und zog ſo viel als möglich alle Luft heraus; alsdann ließ man eine wiederhohlte Entladung einer Leidner Flaſche von 1 Quadratfuß

*) Annales de chymie. Tom. V. p. 276.

**) Cuthbertſon's Brief in den Leipz. Samml. zur Phyſ. und Naturg. B. IV. St. 4. S. 450 f.

ſuß Belegung vermittelſt des Golddrahts durch das in der Röhre enthaltene Waſſer gehen. Bey jedem Funken, der vom obern Drahte auf den untern abſprang, zeigten ſich an dem letztern Luftbläschen, welche in der Röhre in die Höhe ſtiegen, ſich daſelbſt anſammelten und eine kleine Luftſäule bildeten. War nun die Luftſäule ſo lang worden, als der obere Draht in die Röhre hineinging, ſo entzündete ſie ſich bey der nächſten Entladung; ſie verbrannte, und das Waſſer ſtieg wieder bis an die Spitze der Röhre in die Höhe. Dieſe Wirkung des elektriſchen Funkens auf die entſtandene Luft gab deren Beſchaffenheit hinreichend zu erkennen. Man ſchloß nähmlich, weil ſie der Funken entzündet habe, ſo müßte ſie ein Gemiſch von dephlogiſtiſirter und brennbarer Luft geweſen ſeyn.

Herr Hermbſtädt *) macht hierbey die Bemerkung, daß bey dieſem Verſuche weder Kohle noch Eiſen mit dem Waſſer in Berührung komme, daß der Golddraht bloß dazu diene, um dem elektriſchen Funken einen Weg durchs Waſſer zu bahnen, und ſeine Auflöſung in zwey gasförmige Flüſſigkeiten, die in ihrer Vermiſchung eine Knallluft bilden, zu bewirken, aus welcher durch die Entzündung wieder Waſſer erzeugt werde. Wolle man vielleicht einwenden, daß hier die inflammable Luft von Seiten der elektriſchen Materie erzeugt ſey, ſo müſſe er geſtehen, daß eine ſolche Einwendung bloß Chimäre ſeyn würde, und daß er nicht begreifen könne, wie man das Wahre abſolut von ſich ſtoße, um nach Phantomen zu haſchen.

Deſſen ungeachtet ſind den Folgen, welche die Antiphlogiſtiker hieraus gezogen haben, zwey Einwendungen entgegengeſetzt worden.

Die erſte iſt, daß man jenes elaſtiſche Fluidum nicht gehörig heraus genommen und eudiometriſch geprüft habe, welches nothwendig hätte geſchehen müſſen, wenn man mit Gewißheit behaupten wolle, daß es die gehörige Miſchung von

 Sauer-

*) Lavoiſier Syſtem der antiphlogiſtiſchen Chemie. B. I. 1792. Zuſatz. S. 120.

Sauerſtoffgas und brennbarem Gas geweſen ſey. Und außer dem ſey der Schluß: wenn ſich ein Gemiſch von dieſen beyden Gasarten entzündet, und Waſſer gibt, ſo muß auch ein jedes Gas, das ſich entzündet und Waſſer gibt, ein Gemiſch von dieſen beyden Gasarten ſeyn, durch Umkehrung nicht ganz logiſch richtig.

Die zweyte Einwendung bezieht ſich auf die gänzliche Vernachläſſigung des chemiſchen Einfluſſes der Elektricität. Dieſe Einwendung hat beſonders **Lichtenberg** *) ſehr dringend dargeſtellt. Den Vertheidigern der Zerlegung des Waſſers in Sauerſtoff und Waſſerſtoff ſey es noch nicht eingefallen, zu fragen, was hierbey eigentlich die Elektricität thue? Erſchüttere ſie bloß, oder wurfele ſie bloß, oder erhitze ſie bloß, oder verbinde ſie ſich etwa, ganz oder ſelbſt zerſetzt, mit dem Waſſer, und helfe ihm die Luftgeſtalt geben? Dieſe Fragen müßten doch dem unbefangenen Naturforſcher immer erlaubt bleiben. Es ſey ungerecht, ſie als Chimären und Phantome mit Verachtung zurückzuweiſen, und zu ſagen, wer ſo frage, ſtoße die Wahrheit von ſich. Bey jedem andern Stoffe, durch den man die Verwandlung bewirkt hätte, wäre ſicherlich von chemiſcher Verbindung geſprochen worden; nur bey elektriſchen Funken wolle man daran nicht gedacht wiſſen. Und aus welchem Grunde? Weil wir, ſagt man, noch keine chemiſche Verbindungen der elektriſchen Materie kennten. Dieß ſey ein ſehr arger Cirkel im Schließen. Es könne ja gerade hier eine ſolche Verbindung vorgehen, die wir uns eben bemühen ſollten, kennen zu lernen. Man zerſetze ja auch durch die Elektricität die alkaliniſche Luft, die Salpeterluft, die ſchwereren brennbaren Luftarten, man vermindere dadurch die atmoſphäriſche, und erhalte durch ſie Salpeterſäure aus Sauerſtoff- und Stickſtoffluft. Wären dieß nicht Facta genug, die auf chemiſche Verbindungen und Wirkungen hinwieſen? Wenn man die elektriſche Materie aus Sauerſtoff und Waſſerſtoff mit Wärmeſtoffe beſtehen ließe, jene Facta nach dieſer Hypotheſe erklärte, und den Erklärungen

*) Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre. 6te Aufl. Vorr. S. XXVIII f.

gen das Gepräge von Thatſachen ausdrückte, ſo ließe ſich mit ein wenig Witz und Schreibart ein Gebäude einer elektriſchen Chemie errichten, das dem antiphlogiſtiſchen am äußern Scheine wenig nachgeben würde. In dieſem Lehrgebäude würde man aus dem Amſterdammer Verſuche erweiſen, daß Waſſer und Oxygen die Grundlagen der dephlogiſtiſirten, ſo wie Waſſer und Hydrogen die der brennbaren Luft wären, und dieß mit dem nähmlichen Rechte, und eben ſo logiſch, als jetzt die Antiphlogiſtiker daraus die Zerlegung und die Zuſammenſetzung des Waſſers erwieſen.

Auch hat Herr de Lüc gegen die Antiphlogiſtiker mehrmahls bemerkt, daß Wärmeſtoff allein mit Waſſer allein nie Luft, ſondern nur Waſſer gebe, wenn aber zu dieſen beyden Subſtanzen noch ein drittes, z. B. Licht, hinzukomme, ſo entſtehe eine permanent elaſtiſche Flüſſigkeit. Dieß erhalte durch den Amſterdammer Verſuch eine neue Beſtätigung; denn es ſey hierbey das Waſſer die einzige wägbare Subſtanz, welche etwas zur Bildung der Luftart beytragen könnte. Durch Feuer allein könnte nur Waſſerdampf entſtehen; durch den elektriſchen Funken aber bildete ſich Luft, und ſo oft jene mitgetheilt werde, zeigten ſich auch kleine Luftbläschen. Es ſey alſo das elektriſche Fluidum das Zwiſchenmittel, durch deren Einwirkung die Waſſerdämpfe eine luftförmige Geſtalt annähmen.

In den neueſten Zeiten iſt dieſer Gegenſtand mit Hülfe der ſinnreichen und merkwürdigen galvaniſchen Batterie von Volta noch viel weiter unterſucht worden. Gleich bey den erſten ſeit 1800. damit angeſtellten Verſuchen ſchien ſich unter der Verkalkung der Metalle, die der Volta'ſchen Säule ausgeſetzt waren, die Zerſetzung des Waſſers in Sauerſtoff und Waſſerſtoff zu ergeben. Carlisle, der mit Nicholſon *) dergleichen Verſuche anſtellte, bemerkte, daß, als ein Tropfen Waſſer auf die obere Zinkplatte gebracht war, um der Berührung gewiſſer zu ſeyn, um den berührenden Draht herum

*) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. Vol. IV. p. 197. in Gilbert's Annalen der Phyſik, B. VI. S. 540.

Gas entbunden wurde, welches, ſo wenig deſſen auch war, doch wie Waſſerſtoffgas zu riechen ſchien. Dieſe Bemerkung gab Veranlaſſung, den galvaniſchen Strom durch zwey Meſſingdrähte zu führen, welche ſich in einer mit Korkſtöpſeln verſchloſſenen $\frac{1}{2}$ Zoll weiten Glasröhre voll friſchen Flußwaſſers $1\frac{3}{4}$ Zoll von einander ſich endigten. Der eine Draht dieſes Ausladers wurde mit der obern, und die andere mit der untern Platte einer aus 36 halben Kronenſtücken und eben ſo vielen Zink- und Pappſcheiben zuſammengeſetzten Säule in Berührung gebracht. Sogleich erhob ſich in der Röhre aus der Spitze des untern mit dem Silber verbundenen Drahts ein feiner Strom kleiner Luftbläschen, und die darüber ſtehende Spitze des obern Drahts fing an anzulaufen, und wurde zuerſt dunkelorange, dann ſchwarz. Als die Glasröhre umgekehrt ward, ſtieg das Gas aus der andern Spitze, die nun, wie die untere, mit dem Silber verbunden war, während die obere ebenfalls anlief und ſchwarz wurde. Die Röhre wurde aufs neue umgekehrt, wobey die Erſcheinungen wieder, wie zuerſt, erfolgten. Die Spitze des obern Drahts ſtieß nach und nach weiße häutige Wölkchen aus, die ſich zu Ende des Prozeſſes erbſengrün färbten, und in ſenkrechten Fäden von dem äußerſten halben Zolle des Drahts herabhingen. Das, was herabfiel, trübte das Waſſer, und legte ſich größten Theils in blaßgrüner Farbe auf die untere Fläche der Röhre, welche in dieſer Lage des Apparats einen Winkel von 40° mit dem Horizonte machte. Der untere Draht von $\frac{3}{4}$ Zoll Länge ſtieß beſtändig Gas aus; brachte man aber noch über dieß einen andern ununterbrochenen Draht an den Apparat an, ſo hörte dieſe Gasentbindung ſogleich auf; nahm man dieſen letzt erwähnten Draht weg, ſo erſchien das Gas wie zuvor, aber nicht augenblicklich, ſondern erſt nach 4 Schlägen einer halben Sekundenuhr. Das ganze während $2\frac{1}{2}$ Stunden entbundene Gas betrug $\frac{2}{30}$ eines Cubikzolles. Gemiſcht mit einer gleichen Menge atmoſphäriſcher Luft explodirte es bey der Annäherung eines brennenden gewichſten Fadens.

Bey

Bey dieſem Verſuche hatte man die Zerſetzung des Waſſers erwartet; daß ſich aber der Waſſerſtoff ſtets nur am Ende des einen Drahts entwickelte, während ſich der Sauerſtoff mit dem andern verband, war vorjetzt unerklärbar, und ſchien auf irgend ein allgemeines Geſetz der Wirkungsweiſe des Galvanismus in chemiſchen Operationen hinzuweiſen. Nach dem Reſultate mehrerer Verſuche ſchien es, daß die Zerſetzung des Waſſers deſto ſtärker vor ſich geht, je näher ſich die beyden Drahtenden ſind; daß ſie aber ganz aufhört, wenn ſie ſich berühren. Ueberhaupt ward bemerkt, daß der Prozeß der Waſſererzeugung auch zwiſchen jeden Paar Platten ſo wohl in der Säule, als in dem Apparate mit Gläſern vor ſich gehe, wobey der Zink auf der naſſen Oberfläche verkalkt und zugleich Waſſerſtoffgas entbunden wird.

Auch verſuchte Carlisle die Zerſetzung des Waſſers durch ſolche Metalle zu bewirken, die ſich ſchwer verkalken. Er befeſtigte nähmlich zwey Platinadrähte, von welchen der eine rund und $\frac{1}{40}$ Zoll ſtark, der andere von derſelben Art, breit geſchlagen war, in eine kurze Röhre von $\frac{1}{4}$ Zoll innern Durchmeſſer. Als dieſer Leiter mit der Säule in Verbindung gebracht wurde, gab der mit dem Silber verbundene Draht einen ſehr reichlichen Strom ſeiner Luftbläschen; und auch aus dem mit Zink verbundenen Drahte ſtrömte ein Luftſtrom, doch minder ſtark, hervor. Dabey zeigte ſich weder Trübung des Waſſers, noch Verkalkung und Anlaufen der metalliſchen Drähte, obgleich die Operation 4 Stunden lang fortgeſetzt wurde. Er vermuthete natürlich, daß der von der Silberſeite herkommende größere Strom Waſſerſtoffgas, der kleinere von der Zinkſeite her ſtrömende Sauerſtoffgas ſey. Starke Goldblättchen ſtatt der Platinadrähte gebraucht, brachten dieſelben Erſcheinungen hervor. Wurde ſtatt des einen Goldblättchens ein Meſſingdraht genommen, und dieſer mit der Silberſeite verbunden, ſo entwickelten ſich die beyden Gasarten, wie zuvor, 2 Stunden lang, ohne eintretende Verkalkung. Verband er aber den Meſſingdraht mit der Zinkſeite, ſo wurde er auf die nähmliche Art, wie bey zwey Meſſing-

 drähten.

drähten, verkalkt. Durch dieſe einfach ſcheinende Zerſetzung des Waſſers mittelſt der Platinadrähte ohne Verkalkung erhielt man ein Mittel, die beyden entwickelten Gasarten beſonders aufzufangen. Nachdem der Prozeß 13 Stunden gedauert hatte, ward eine jede Gasart in beſondere Gefäße gebracht. Das von der Zinkſeite ausſtrömende Gas betrug 72 Gran, das von der Silberſeite 142 Gran, und das ganze Gasprodukt 1,17 Cubikzoll. Das Gas von der Zinkſeite zog ſich beym Zuſatze von einem Maße Salpetergas auf 1,25 zuſammen, das Gas von der Silberſeite bey gleicher Behandlung auf 1,6 und die Luft der Stube auf 1,28. Das Gas von der Zinkſeite war zum Verpuffen zu wenig; das von der Silberſeite verpuffte aber mit einem Drittel atmoſphäriſcher Luft unter einem lauten Knall. Alle dabey gemachten Beobachtungen ließen vermuthen, daß es nicht wahrſcheinlich ſey, daß beyde Drähte Sauerſtoffgas gegeben, ſondern daß vielmehr die beyden Gasſtröme ſich während des Prozeſſes mit einander vermiſcht hatten.

Dieſelben Erſcheinungen beobachtete auch **Cruickſhank**, welcher dieſelben Verſuche nebſt mehreren andern mit einer Säule von 40 bis 100 Platten anſtellte. Das vorzüglich hierher gehörige Reſultat war dieß, daß, wenn man die längs Gold- oder Platinadrähten ſich entwickelnden Gasarten über Queckſilber mit einander abbrennt, ſie ganz verſchwinden, und ſich zu Waſſer vereinigen. Wahrſcheinlich wird hierbey auch etwas Salpeterſäure gebildet, da ſich immer noch einige Zeit nach der Exploſion ein dichter weißer Dampf zeigt. Das wenige rückſtändige Gas ſcheint Stickgas zu ſeyn.

Aus dieſen Verſuchen machte man nun den Schluß, daß das Waſſer wirklich in die beyden Beſtandtheile, dem Waſſerſtoff und Sauerſtoff zerlegt ſey. Nachdem aber dieſer wichtige Gegenſtand mit unermüdetem Fleiße weiter verfolgt, und auf alle mögliche dabey eintretende Umſtände Rückſicht genommen wurde, ſo fing man doch bald wieder an, dieſen Schluß zu bezweifeln. Beſonders zog Herr **Ritter** aus ſeinen merkwürdigen galvaniſchen Verſuchen, welche hier zu beſchreiben

ſchreiben zu weitläuftig ſeyn würde, die Folge: das bisher durch Syntheſis und Analyſis als zuſammengeſetzt erkannte Waſſer ſey einfach, und laſſe ſich nicht durch die Einwirkung der Volta'ſchen Säule in ſeine reſpektive Beſtandtheile, nähmlich Oxygen und Hydrogen, zerlegen, ſondern der wägbare Theil des Waſſers ſelbſt werde durch die Wirkung der obern und untern Seite der Säule nach Gefallen in Oxygen- oder Hydrogengas verwandelt. Gegen dieſe Folge des Herrn Ritter's bemerkt aber Herr Simon [α]), daß, angenommen, Sauerſtoff und Waſſerſtoff ſeyen nicht Beſtandtheile des Waſſers, ſondern neue Produkte aus demſelben dieß noch nicht zu dem Schluſſe berechtige das Waſſer, als den einen Beſtandtheil dieſer Produkte, als einfach anzunehmen. Allein es ſey auch dieß nicht allein die einzige Anſicht, welche das Reſultat dieſer Verſuche darbiethe. Wir kennten mehrere Stoffe, die bey verſchiedenen Verhältniſſen ihrer Beſtandtheile unter ſehr abwechſelnden Modiſicationen erſcheinen könnten.

Auch Herr Arnim [β]) führt an, daß Herrn Ritter's Verſuche noch nicht ganz beſtriedigend ſeyen: denn es wär eine genaue Analyſe des Waſſers vor und nach dem Verſuche unumgänglich nothwendig, beſonders da ſeit den neuen Verſuchen Paul's [γ]) beobachtet worden, daß Waſſer, ohne es merklich im Geſchmacke oder in andern Eigenſchaften zu ändern, mit dem Doppelten ſeines Volumens Sauerſtoffgas oder Waſſerſtoffgas geſchwängert werden könne. Es würde alſo nach Herrn Ritter's Behauptung, da nähmlich beyde Gasarten mit dem Waſſer wirklich chemiſch verbunden ſind, und in dieſer Verbindung alles qualitativ Auszeichnende verloren haben eine völlige Rückkehr beyder zu Waſſer nicht zu läugnen ſeyn. Allein dieß war der Fall wirklich nicht; denn immer konnte noch durch Kochen, nach dem Berichte der Unterſuchungscommiſſion, dem oxygenirten Waſſer der Sauerſtoff,

α) Annalen der Phyſik durch Gilbert. B. VIII. S. 31.

β) Ebendaſ. S. 182

γ) Journal de phyſique, To. L. p. 192.

ſtoff, dem hydrogenirten der Waſſerſtoff ganz hergeſtellt wieder entzogen werden. Um alſo dieſen wichtigen Gegenſtand mehr aufzuhellen, entſchloß ſich Herr Arnim, eigene Verſuche zu wiederhohlten Mahlen anzuſtellen, und auf alle dabey ſich ereignenden Umſtände genau Rückſicht zu nehmen. Seine Reſultate beſtimmten ihn endlich zu dem Endurtheile, daß aus ſeinen Verſuchen nichts gegen die Zuſammenſetzung des Waſſers folge.

Es würde mich zu weit führen, noch mehrere Verſuche über die Wirkung der Volta'ſchen Säule auf das Waſſer anzuführen, da immer noch für und wider die Zuſammenſetzung des Waſſers geſtritten wird. Indeſſen ſcheinen doch mehrere Wirkungen der galvaniſchen Batterie überwiegende Gründe darzubiethen, daß das Waſſer wirklich aus beyden Stoffen, dem Sauerſtoffe und Waſſerſtoffe, zuſammengeſetzt ſey.

M. ſ. **Wolff** nützliche Verſuche. Halle 1721. 8. Th. I. S. 12. 13. *van Muſſchenbroek* introduct. ad philoſoph. natural. Lugd. Batav. 1762. 4. To. II. cap. 27. de aqua. **Karſten** Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur. Halle 1787. 8. §. 42. **Zimmermann** über die Elaſticität des Waſſers. Leipz. 1779. 8. **Macquer** chemiſches Wörterbuch: Artik. **Waſſer**. **Gren** Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. **de Lüc** neue Ideen über die Meteorologie. Th. II. Berlin u. Stett. 1788. 8. S. 153 f. **Gren's** Journal der Phyſik und **Gilbert's** Annalen der Phyſik a. d. angef. Orten.

Waſſerbarometer ſ. **Luftkreis**.

Waſſerbley ſ. **Metalle**.

Waſſerbleyſäure ſ. **Molybdänſäure**.

Waſſerdampf ſ. **Dämpfe**.

Waſſerfall (cataracta, caſcade, cataracte d'eau). Hierunter verſteht man das Herabſtürzen von Flüſſen, Bächen u. dgl. an denjenigen Stellen, wo das Waſſerbette durch ſteile Abhänge unterbrochen wird. Dergleichen Waſſerfälle finden ſich meiſten Theils in gebirgigen Gegenden unweit des

Urſprungs

Urſprungs der Gewäſſer, weil in weiterer Entfernung gewöhnlich das Flußbette regelmäßiger wird, und endlich zuletzt mit einem allmählichen und beynahe durchaus gleichförmigen Abhange bis zum Meere hingeht. So ſtürzen in der Schweiz anſehnliche Gewäſſer von ziemlichen Höhen herab, und der Rhein beſonders hat noch bey Schafhauſen einen Waſſerfall von 80 Fuß Höhe, und einen andern bey Laufenburg.

Bey den Alten werden die Waſſerfälle des Nils als ſehr anſehnlich vorgeſtellt *α*). Einer der beträchtlichſten jetzt bekannten iſt der des Fluſſes Niagara. Nach der Beſchreibung des Iſaak Weld *β*), der ihn in einer Karte und in einigen Kupfern abbildet, iſt der Hauptfall im nördlichen Arme 1800 engliſche Fuß breit und 141 Fuß hoch, und der Fall im ſüdlichen Arme 100 Fuß breit und 163 Fuß hoch, aber wegen ſeiner größern Höhe nicht ſo waſſerreich, als jener. Jener hat in ſeiner Mitte einen Einbug in der Geſtalt eines Hufeiſens, und hier ſteigt eine Dampf- und Nebelſäule auf, welche Weld ſelbſt, als er an einem ſehr heißen Tage auf dem Erieeſe ſchiffte, 54 engliſche Meilen weit, gleich einem Wölkchen am Horizonte, das im Fernrohre beſtändig ſeine Geſtalt, nicht aber ſeinen Ort veränderte, wahrnahm. Noch über 1000 Fuß weit vom Falle von Ufer des Stroms unterhalb desſelben näßte dieſer Nebel ſo, als wäre er durch Waſſer gezogen. Das gewaltige Toben wird zu Zeiten, beſonders kurz vor Regenwetter, wo die Luft den Schall am beſten fortpflanzt, 40 engliſche Meilen weit deutlich gehört; am Tage aber, als Weld ihn ſah, hörte er den Fall noch nicht, als er ſich ihm ſchon bis auf eine halbe engliſche Meile genähert hatte. Man kann ſich dem fallenden Waſſerbogen nähern, ſo daß ſich hinter ihm zwiſchen das Waſſer und den Felſen, in welchen das Waſſer eine Menge Höhlen ausgeſpüh't hat, ein Blick werfen läßt.

Der

α) *Plinius* hiſt. natur. V. 9. VI. 29.

β) Travels trough the ſtate of Nort-America and the Provinces of Vppa and Low or Canada, during thes years 1795. 96 and 97. Lond. 1759. p. 308 ſqq. in Gilbert's Annalen der Phyſ. B. III. S. 133 f.

Der größte unter allen Waſſerfällen iſt der des Bogocas bey St Magdalena welchen Bouguer beſchreibt, und ſeine Höhe auf [illegible] bis 300 Toiſen angibt.

Waſſergleich ſ. Horizontal.

Waſſerhammer, Pulshammer (aqua pulſans in tubo ab aëre vacuo, marteau d'eau). Dieſen Nahmen führt eine gläſerne luftleere auf beyden Seiten verſchloſſene Röhre, welche etwas Waſſer enthält. Gewöhnlich iſt die Röhre 10 bis 12 Zoll lang, am obern Ende in eine Spitze auslaufend, am untern Ende etwas ſtark vom Glaſe, und in einer Halbkugelgeſtalt abgerundet, oder mit einer angeblaſenen Kugel verbunden.

Kehrt man eine ſolche Röhre um, ſo daß das Waſſer langſam in die Spitze läuft, alsdann aber durch ein ſchnelles Umkehren das Waſſer auf den Boden deſſelben zurückfallen läßt, ſo ſchlägt es ſehr ſtark, wie ein harter Körper gegen den Boden, verurſacht einen Schall, und zerbricht das Glas, wenn es unten nicht Feſtigkeit genug beſitzt. Gewöhnlich hat man neben dem Waſſerhammer eine andere demſelben gleiche Röhre, welche ebenfalls etwas Waſſer enthält, ohne ſie aber luftleer zu machen. In dieſer Röhre fällt nun das Waſſer mit ſchwachem Geräuſch und langſam herab. Aus dieſer Erſcheinung hat man beweiſen wollen daß alle Körper urſprünglich hart ſind, daß folglich das Waſſer und alle Flüſſigkeiten aus Atomen, welche hart ſind, beſtehen. Allein dieß wird offenbar dadurch nicht bewieſen, vielmehr rührt der Schall bloß daher, weil das Waſſer im Fallen kein elaſtiſches widerſtehendes Medium findet, das gleichſam den Stoß beym Fallen aufnimmt, und dadurch verurſacht, daß der Stoß gegen die untere Fläche des Glaſes ſehr gering wird.

Waſſerhoſe, Waſſerſäule, Wetterſäule Seehoſe, Waſſertrompete (nubis pendula, columna, preſter, turbo aqueus, tuba, trombe de mer). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man ein ſchreckliches Meteor, welches aus einer Waſſerſäule in Geſtalt eines umgekehrten Kegels oder

Sprach-

Sprachrohrs beſteht, die ſich entweder von einer Wolke herab gegen das Meer erſtreckt, oder auch umgekehrt vom Meere aus in den Luftkreis ſich erhebt, mit einem Geräuſche im Wirbel ſich herumdrehet, von einem Orte zum andern fortrückt, und an denjenigen Gegenſtänden, die ſie entweder auf dem Meere, oder wenn ſie ſelbiges verläßt, auf dem Lande antrifft, große Verwüſtung anrichtet. Auch auf dem Lande gibt es Beyſpiele, wiewohl ſeltener, als auf dem Waſſer, daß ſich entweder die gegen den Erdboden herabgezogene Wolke, als auch eine von Staub, Steinen und Erde erhobene Säule im ſchnellen Wirbel fortbewegt, und alle ihr im Wege ſtehende Objekte mit ſich fortreißt oder zerſtört.

Schon beym **Lukrez** [α]) findet man dieſes fürchterliche Meteor beſchrieben. Neuere merkwürdige Waſſerhoſen finden ſich beym **Dampier** [β]) und in den philoſoph. Transact. [γ]), aus welchen beym **Muſſchenbroek** [δ]) und **Bergmann** [ε]) die Abbildungen genommen ſind. Ferner finden ſich Beſchreibungen in den Pariſer und Schwediſchen Akademien der Wiſſenſchaften [ζ]), und aus dieſen zuſammengetragen beym **Franklin** [η]) und **Reimarus** [θ]). Auch von **Forſter** [ι]), **Michaud, Wild, Bauſſard** [κ]) ſind Beſchreibungen geliefert. Von Wetterſäulen auf dem Lande finden ſich ähnliche Beſchreibungen in den philoſoph. Transact. [λ]), von **Dryſhout**

α) De natura rer. L. VI. v. 423 ſqq.
β) Voyage round the world; in der collect. of voyages. Lond. 1729. 8. Vol. I. p. 452. Vol. III. p. 182.
γ) Vol. XXII. num. 270. p. 805. Vol. XXIII. num. 277. p. 1077. Vol. XXVIII. num. 428. p. 78. Vol. XLVI. num. 493. p. 248. Vol. XLVIII. p. 477
δ) Introduct. ad philoſoph. natural. To. II. Tab. IX.
ε) Phyſ. Beſchreibung der Erdkugel a. d. Schw. durch Röhl. Greifsw. 1780. 8. Th II Taf. I. fig 3.
ζ) Hiſtoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1727. 1741. 1764. Schwediſche Abhandl. B. XII. 1750. S. 285.
η) Exp. and obſerv. of electricity. Lond. 1769. 4. p. 32 ſqq.
θ) Vom Blitze. Hamb. 1778. 8. §. 155 f.
ι) Reiſe um die Welt in den Jahren 1772 — 1775. Berl. 1778. 4. B. I S 144.
κ) Gilbert's Annalen der Phyſik, B. VII. St. 1.
λ) Philoſ. Transact. Vol. XXIII. num. 281. p. 1248. num. 284. p. 1331. Vol. XXX, num. 363. p. 1097.

Dryſhout α), **Boscowich** β) und im Gothaiſchen Magazin γ).

Die Waſſerhoſen erſcheinen gemeiniglich bey ſtillem Wetter; die See ſcheint zu ſieden. Die Säule ſelbſt hat eigentlich die Geſtalt des Sprachrohrs, deſſen weiteres Ende ſich in den Wolken, und das engere nach der See zu befindet. Die Größe der Säule iſt gar ſehr verſchieden; oft hat ſie mehrere Toiſen im Durchmeſſer, bisweilen über 50. Wenn ſie aus dichtem Waſſer beſteht, ſo iſt ſie durchſichtig; meiſten Theils aber inwendig hohl und von außen mit einer Menge zertheilter Tropfen umgeben, welche ringsum ſie einen Nebel verbreiten, durch welche ihr Anſehen trübe und dunkel wird. Ihre Stellung iſt bisweilen ſenkrecht nach der See, bisweilen ſchief und bisweilen ſelbſt in der Geſtalt einer krummen Linie. Ihre Dauer iſt ſehr verſchieden; denn einige verſchwinden ſo gleich wieder, ſo bald ſie entſtanden ſind, andere aber währen eine ziemliche Zeit lang; oft verſchwindet auch eine, und es kommen ſo fort an derſelben Stelle andere zum Vorſchein. Die Schiffer pflegen gegen die Waſſerhoſen zu feuern und ſie zu zerſtören; auch führt **Beccaria** an, daß ſie ſich zerſtreueten, wenn man ſcharfe Meſſer oder Degen daran brächte.

Nach **Muſſchenbroek** entſtehen die Waſſerhoſen, ſo wie die Wetterwirbel auf dem Lande aus dem Zuſammentreffen zweyer einander entgegengeſetzten Winde, welche eine Wolke zwiſchen ſich comprimiren, einen Theil derſelben zu Waſſer verdichten, und dieß ſchnell im Wirbel umtreiben. Faſt die nähmliche Erklärung gibt auch **Andoque** δ), nur nimmt er nicht entgegengeſetzte ſondern parallele Winde an, die eine Wolke zwiſchen ſich faſſen. Allein dieſen Erklärungen ſteht entgegen, daß gewöhnlich die Waſſerhoſen bey einer Windſtille ſich ereignen. **Dampier** führt an, daß im Jahre

α) Haarlemer Verhandlingen. Deel III. p. 321.
β) Beſchreib eines merkwürdig. Wetterwirbels in Rom, im Hamb. Magaz. B. X. S. 523.
γ) B. III. St. 3. S. 178.
δ) Hiſtoir. de l'Acad. des ſcienc. de Paris. 1727.

Jahre 1674. eine Waſſerhoſe an der Küſte von Guinea nahe bey einem Schiffe zerſprang, und das erhobene Waſſer, wie eine große Laſt, ins Meer zurückfiel. Bey dieſem Zerſpringen ward zwar das Schiff von einem Windſtoße auf die Seite geworfen und etwas beſchädigt; allein es war auch augenblicklich der Wind vorüber. Wenn aber Winde dergleichen gewaltſame Wirkungen hervorbringen ſollte, ſo müßten ſie weit anhaltender ſeyn, und in einem viel weitern Umfange wahrgenommen werden.

Beccaria α) war der erſte, der ſich bemühete zu zeigen, daß dieſe Erſcheinung elektriſchen Urſprungs ſey. Er ſucht dieß durch einen Verſuch wahrſcheinlich zu machen, indem man mit Hülfe der Elektricität einen Waſſertropfen erheben kann. Selbſt Cavallo β) gibt einen Verſuch an, die Waſſerhoſe im Kleinen vorzuſtellig zu machen. Wenn man einen Waſſertropfen auf den Knopf einer iſolirten geladenen Leidner Flaſche bringt, und demſelben den Knopf einer andern auf die entgegengeſetzte Art geladenen Leidner Flaſche nähert, ſo wird er auf eine ſonderbare Art herumgeſpritzt. Bringt man hingegen einen Waſſertropfen auf den Knopf eines elektriſirten Conduktors, ſo dehnt er ſich kegelförmig aus, wenn ein mit der Erde verbundener platter Leiter dagegen gebracht wird. Wenn man alſo nach dieſer Vorſtellung ſich eine ſtark elektriſirte Wolke gedenkt, welche durch ihren Wirkungskreis der Erde oder dem Meere die entgegengeſetzte Elektricität gibt, ſo wird zwiſchen beyden eine ſtarke Anziehung entſtehen, welche die Wolke kegelförmig herabzieht, das Waſſer aber oder leichte Körper dagegen empor hebt, bis ſich beyde entweder durch unmittelbare Berührung, oder durch einen Blitz ihre Elektricitäten mittheilen, und der obere Theil der Säule in die Wolke zurückgezogen wird, indem der untere auf einmahl herabfällt.

Die

α) Elettriciſmo artificiale e naturale 1753. 4. u. lettere dell' elettriciſmo in Bologna 1758. 4.

β) Vollſtänd. Abhandl. von der Elektricität. Leipz. 1797. B. 1. S. 241.

Die Meinung, daß die Entſtehung der Waſſerhoſen elektriſchen Urſprungs ſind, hat ſich zwar durch alle nach der Zeit gemachte Beobachtungen beſtätiget; allein neuere Beobachtungen haben überzeugend gelehrt, daß eben angeführte Erklärung von Cavallo von der Entſtehung der Waſſerhoſen nicht Statt finden kann, und daß noch mancherley Erſcheinungen durch die Elektricität gar nicht erklärt werden können. So bemerkte Michaud im März des Jahrs 1789 zu Nizza folgende drey Umſtände, die ihm beſonders auffielen:

1) Das Daſeyn des Fußes der Waſſerhoſe ohne ihren Stempel oder Körper. Vor dieſer Beobachtung glaubte er, vermöge der im Jahre 1780. gemachten Beobachtungen, daß die den Fuß umgebende Dunſtmaſſe von dem Stempel oder eigentlichen Körper hervorgebracht werde, und durch eine Verbreitung von deſſen Stoffe entſtehe. Nun aber ſah er in dieſem Phänomene deutlich die Identität jener Dunſtmaſſe mit der, welche Wolken und Nebel hervorbringt, und daß ſie nicht erſt von oben herabgeführt wird. Der Embryo der Waſſerhoſe ſcheint alſo zu beweiſen, daß die Dunſtmaſſe vielmehr ein Produkt der See ſey.

2) War ihm ſehr auffallend, daß dieſer Fuß auf dem Platze ſeiner Entſtehung unverrückt ſtehen blieb, indem die zuvor bemerkten Waſſerhoſen ſchnell von dem Winde mit fortgeriſſen wurden.

3) Ueberraſchte es ihn, daß, obgleich der Körper der Waſſerhoſe fehlte, der, ſeiner Meinung nach, die Intenſität der Kraft, welche dieſe Erſcheinung hervorbringt, ſehr erhöhen muß, doch die Dunſthülle um den Fuß ſich aufrecht und feſtſtehend zu erhalten vermochte.

Während er dieſe Erſcheinung beobachtete, wurde er in den niedrigen von Oſten kommenden Wolken eine Art von Vorſprung oder Zipfel gewahr, welcher aus ihnen ſchief hervorragte. Der Fuß blieb bewegungslos, und der Wolkenzipfel behielt ſeine ſchiefe Richtung bis zu dem Augenblicke, als er vom Winde über den Fuß herangetrieben war. Nun bemerkte er mit ſeinen zwey Söhnen, daß ſich dieſer Zipfel

ſenkrecht

ſenkrecht gegen den Fuß zu richtete, und gleich einem ungeheuern Sacke von Gaze vom obern Ende hinab aus einander rollte. Nachdem die Falten und Windungen dieſes Dunſtſackes verſchwunden waren, und der graue, halbdurchſichtige Körper der Waſſerhoſe ſich in den Boden des Fußes feſtgeſetzt hatte, nahm er eine ſenkrechte Stellung an, und erweiterte ſich in ſeinem Durchmeſſer. Hier bemerkte man nun, daß die Dünſte durch den Sack aufwärts ſtiegen, und ihm die Farbe des dunkeln Indigo gaben, die ſich auch den Wolken mittheilte. In demſelben Augenblicke wurde die Farbe der ganzen Waſſerhoſe ſo dunkel, daß man in ihrem ausgedehnten Theile keine Bewegung mehr unterſcheiden konnte. Man beobachtete nun, daß ſich das ganze Phänomen von Oſten nach Weſten bewegte, und an der Küſte von Provence vernichtet wurde.

Dieſe Wahrnehmungen laſſen ſich keines Weges aus der Wirkung der Elektricität ableiten, und es müſſen daher außer der Elektricität noch andere Urſachen als mitwirkend angeſehen werden. Die Reſultate, welche Herr **Michaud** aus den an einer am 12. Aprill 1780. erſchienenen Waſſerhoſe gemachten Beobachtungen zu folgern glaubt, ſind dieſe:

1) Daß innerhalb des Raums, welcher von dem Fuße der Waſſerhoſe eingenommen wird, ein wirkliches Kochen in der See Statt findet.

2) Daß die Dünſte des Waſſers, welche in die Höhe getrieben werden, das Produkt einer Verdunſtung ſind, wobey das ſüße Waſſer von dem ſalzigen geſchieden werden muß, indem es durch Verſuche entſchieden, daß die Deſtillation das einzige Mittel ſey, wodurch ſich das Seewaſſer völlig verſüßen laſſe.

Eine andere merkwürdige Thatſache, welche Herr **Michaud** beobachtete, war dieſe: wenn der Fuß einer Waſſerſäule ſich dem Lande zu nähern beginnt, ſo zieht ſich der Durchmeſſer derſelben zuſammen, ihre Höhe nimmt ab, das ganze Volumen wird immer geringer, und verſchwindet endlich gänzlich, ſo bald ſie die Küſte berührt. Nach genauer Beobach-

tung, die er anſtellte, ſchien es, als ob der Fuß, auch der größten Waſſerhoſe, abzunehmen anfange, ſo bald die Tiefe der See unter ihm geringer, als ſeine eigene Erhebung über ihre Oberfläche wird. Wenn dieß wahr ſey, wie er gewiß glaube, ſo könne man daraus ſchließen, daß das Aufbrauſen oder Kochen, welches die Waſſerhoſe mit Waſſer verſieht, und die den Fuß rings umgebende Dünſte bildet, ſich vielleicht genau ſo weit in die Tiefe der See erſtrecke, als der Fuß ſelbſt ſich über die See empor hebe, und daß die Quantität des Materials zur Ergänzung der Dünſte in dem Verhältniſſe abnehme, als das Waſſer ſeichter werde.

Mit den Beobachtungen des Herrn Michaud ſtimmen diejenigen vollkommen überein, welche der Schiffslieutenant Bauſſard *) an einigen Waſſerhoſen im atlantiſchen Meere im Jahr 1782. machte. Dieſer hat mehrmahls faſt bey einem ganz freyen Wolkenhimmel bemerkt, daß die Waſſerhoſen ſich zuerſt aus dem Waſſer erhoben, die Wolken erzeugen, oder doch wenigſtens vergrößern, und Stürme veranlaſſen; mithin kann auch das Getöſe, welches man hört, und das Aufkochen im Fuße nicht vom Waſſer, das aus den Wolken fällt, verurſacht werden, ſondern beydes rührt von den Waſſertheilen des Umkreiſes her, welche ſtärker verdichtet ſind, oder mit geringerer Kraft in die Höhe getrieben werden, als die im Centro des Hebers. Was aber nun die Urſache dieſes Phänomens betreffe, ſo meint Bauſſard, man könnte auf den Gedanken gerathen, daß unterirdiſche Entzündungen, wenn ſie ſchnell aus dem Schoße des Meers herausdringen, die Waſſerhoſen und das Aufſteigen des Waſſers in ihm verurſachen. Allein die Erſcheinungen ſeyn zu häufig, als daß man ſie dieſer einzigen Urſache zuſchreiben könnte; wahrſcheinlich wirkten dabey verſchiedene Urſachen zuſammen.

Waſſerſchraube, Archimediſche, Waſſerſchnecke (cochlea Archimedis, vis d'Archimede). Hiermit bezeichnet man eine Maſchine zur Erhebung des Waſſers, welche aus einer gegen den Horizont ſchiefliegenden Spindel mit einer

*) Journal de phyſique par *de la Metherie.* Tom. III. p. 346.

einer um ſelbige nach Art eines Schraubenganges gewundene hohle Röhre oder einem Canal beſteht. Wenn die untere Oeffnung (fig. 29.) c der um die Spindel a b gewundenen Röhre unter Waſſer iſt, ſo tritt daſſelbe ſo weit hinein, als es außen ſteht. Wird alsdann die Spindel a b mittelſt einer Kurbel oder anderer Einrichtung ſo herumgedreht, daß die untere Oeffnung c vorangeht, ſo wird das Waſſer, welches ſich beſtändig im unterſten Theile eines jeden Schraubenganges aufhält, nach und nach durch alle Schraubengänge gebracht, und endlich bey der Oeffnung f ausgegoſſen.

Die Erfindung dieſer Waſſerſchraube wird gewöhnlich dem **Archimedes** zugeſchrieben; indeſſen glauben aber andere, daß ſie bereits den alten Egyptern bekannt geweſen ſey, die ſich derſelben zur Austrocknung der Wieſen, wenn ſie vom Nilſtrom unter Waſſer geſetzt waren, bedient haben ſollen. Da es nach **Leupold's** *) Urtheile mit Schwierigkeiten verbunden iſt, eine bleyerne Röhre in der Geſtalt eines Schraubenganges um die Spindel zu führen, ſo iſt es mehr gewöhnlich, ein Gefäß nach Art einer Tonne zu erbauen, und in ſelbigem die Schnecke mit Schaufeln ungefähr wie eine Windeltreppe zuzurichten. Bey a und b werden Zapfen angebracht, wovon der untere im Waſſer ſteht, ſo daß Alles um die Achſe a b frey umgedreht werden kann. Uebrigens kann eine ſolche Einrichtung durch Menſchen, oder vermittelſt Rad und Getriebe durch Pferde, oder andere angebrachte Kraft in Umlauf gebracht werden. In Holland gebraucht man die Schnecken häufig zur Austrocknung der Wieſen, und man nennt ſie daſelbſt **Tonnenmühlen**. Die Höhe, auf welche die Schnecken das Waſſer heben, iſt geringe; daher müſſen mehrere über einander geordnet werden, wenn das Waſſer auf eine beträchtliche Höhe gehoben werden ſoll. Sonſt können auch um ein und dieſelbe Spindel zwey auch wohl drey Röhren geführt werden, worauf ſich die Eintheilung in **einfache, doppelte, dreyfache Waſſerſchnecken** gründet.

*) Theatr. machinar. hydraul. P. I. cap. IV. §. 67.

Die Theorie der Waſſerſchrauben iſt mit Schwierigkeiten verknüpft. Daniel Bernoulli α) und Pitot β) fingen an, ſie genauer zu entwickeln. Auch Euler γ) ſuchte eine Theorie davon zu geben, vollendete ſie aber nicht, ſondern erklärte vielmehr daß ſie ſchwierig ſey. Dieß gab der Berliner Akademie die Veranlaſſung, einen Preis im Jahre 1766. auf die beſte Theorie auszuſetzen, welchen Herr Hennert δ) erhielt. Auch hat Bellogradi ε) eine Theorie von der Waſſerſchraube gegeben. Gegen die von Hennert entworfene Theorie hat Herr Karſten gegründete Einwendungen gemacht und geurtheilt, daß man am Ende mit Bernoulli's und Pitot's Theorie in der Ausübung zufrieden ſeyn könne.

Wenn die Schnecke Waſſer heben ſoll, ſo muß der Neigungswinkel ihrer Grundfläche gegen den Horizont größer als der Winkel der Schraubenlinie mit dem Umfange der Grundfläche, d. h., es muß $acd > eca$ ſeyn. Vitruv ζ) ſetzt den Winkel $eca = 45°$, und gibt die Schiefe der Spindel ſo groß, daß ſie mit der Waſſerfläche und dem Bleylothe ein rechtwinkeliges Dreyeck bildet, deſſen Seiten ſich wie 5, 4, 3 verhalten, woraus ſich $acd = 53° 7'$ ergibt. Nach Bernoulli nimmt man an, die ganze Grundfläche ac ſtehe nicht unter Waſſer, in welchem Falle die Röhre nicht ununterbrochen ſchöpft, und auch nicht ſo ausgießt, ſondern nur dann, wenn die Oeffnung f in der unterſten Stelle ihres Umlaufs iſt. Dagegen nehmen Euler und Hennert bey ihrer Theorie an, daß die Grundfläche der Schraube ganz unter Waſſer ſtehen ſollte, in welchem Falle ihrer Meinung nach das Waſſer ununterbrochen durch die Röhre fließen, folglich dieſe Einrich-

α) Hydrodynam. ſec IX. p. 183 ſqq.
β) Theorie de la vis d'Archimede avec le calcul de l'effet de cette machine; in den mémoir. de Paris 1736.
γ) Nov. comment. Petrop. Tom. V. p 259 ſqq
δ) Diſſ. ſur la vis d'Archimede, qui a remporté le prix de l'Acad. de Berlin 1766.
ε) Theoria cochleae Archimedis ab obſeruationibus et experimentis et analyticis rationibus ducta. Parma 1767.
ζ) De architect. Lib. X. cap. 11.

Einrichtung die vortheilhafteſte ſeyn werde. Allein Karſten findet bey ſeinen Unterſuchungen nicht nur viel Fehlerhaftes in Hennert's Rechnungen, ſondern bemerkt auch, es ſcheine natürlich, daß nicht ſo vieles Waſſer bey jedem Umlaufe aus einem Schraubengange in den andern übergehen könne, wenn Luft und Waſſer einander ausweichen müſſen, als in dem Falle, wenn die Grundfläche nicht ganz unter Waſſer ſtehe, und folglich die Luft, welche die obern Theile der Gänge fülle, alle Mahl durch die untere Mündung eintreten könne.

M. ſ. Karſten Lehrbegriff der geſammten Mathematik, Th. VI. Greifsw. 1771. 8. Abſchn. XXXVI. XXXVII.

Waſſerſtoff, waſſerzeugender Stoff, Hydrogen (principium hydrogeneticum ſ. hydroticum, hydrogéne, principe hydrogéne). In dem neuern chemiſchen Syſtem wird mit dieſem Ausdrucke ein Grundſtoff des Waſſers bezeichnet, welcher zugleich die Grundlage des brennbaren Gas ausmacht. Den unter dem Artikel: **Waſſer**, angeführten Verſuchen zu Folge beſteht das Waſſer aus den beyden wägbaren Grundlagen des Sauerſtoffgas und des brennbaren Gas. Die erſte Grundlage, welche dem Sauerſtoffgas zugehört, iſt der **Sauerſtoff** (oxygéne), und die andere hat von dem griechiſchen Worte ὕδωρ und γείνομαι, den Nahmen **Hydrogen** erhalten, welcher durch Waſſerzeugend wörtlich überſetzt iſt.

In den neueſten Zeiten hat zwar die Zerſetzung des Waſſers durch die ſinnreiche Volta'ſche Batterie vieles für ſich, gleichwohl wird aber noch viel darüber geſtritten, und in dieſer Rückſicht bleibt auch der angenommene Waſſerſtoff bloß hypothetiſch. So viel iſt gewiß, daß das brennbare Gas einen wägbaren Grundtheil enthält, welcher bey den Verſuchen über die Zerſetzung des Waſſers mitwirkt; ob aber dieſe Grundlage einen Beſtandtheil des Waſſers ausmache, iſt bis jetzt noch nicht völlig entſchieden.

Diejenigen, welche die Zerſetzung des Waſſers wirklich annehmen, behaupten, daß der Waſſerſtoff ſehr allgemein in der Natur verbreitet ſey, ob er gleich wegen ſeiner großen

Verwandtſchaft mit dem Wärmeſtoffe nicht für ſich dargeſtellt werden kann, ſondern beſtändig in Gasgeſtalt erſcheint. Auch zu dem Sauerſtoffe hat der Waſſerſtoff eine große Verwandtſchaft, welche bey höhern Temperaturen noch größer iſt, als die zum Wärmeſtoffe. Daher verbindet er ſich alsdann mit dem Sauerſtoffe, wenn er mit ſelbigem in Berührung kommt, zu Waſſer, welches aus $\frac{3}{20}$ Waſſerſtoff und $\frac{17}{20}$ Sauerſtoff beſteht.

Mit dem Stickſtoffe bildet der Waſſerſtoff das Ammoniak, mit dem Schwefel, der Kohle und dem Phosphor im gasförmigen Zuſtande das ſchwefelhaltige, das kohlenſtoffhaltige und das phosphorhaltige Waſſerſtoffgas. In der Zuſammenſetzung der thieriſchen und vegetabiliſchen Körper macht der Waſſerſtoff einen beſondern Beſtandtheil aus, und mit dem Kohlenſtoffe insbeſondere bildet er die flüchtigen und feſten Oehle, und macht die Grundlage einiger thieriſchen und vegetabiliſchen Säuren aus.

Gegen das neuere Syſtem hat man den Einwurf gemacht, daß das Waſſer, welches doch ſo viel Sauerſtoff als Beſtandtheil enthalte, nicht ſauer ſchmecke. Dagegen antwortet man aber, daß der Sauerſtoff ſelbſt nicht ſauer ſey, er erzeuge nur Säure in ſäurefähigen Grundlagen, und unter dieſe gehöre der Waſſerſtoff nicht. Darauf erwiederte man aber wieder, es laſſe ſich nicht ohne Schwierigkeit begreifen, wie eine einfache Subſtanz, die nicht ſauer mache, Stoffe, welche es nicht ſind, ſäuren, andere hingegen ungeſäuert laſſen könne. Man ſetze hier den Grund der Verwandtſchaft, mithin die Urſache des Sauer- und Nichtſauerwerdens offenbar in die Grundlagen, und dennoch ſolle das alleinige Princip aller Säuren außer den Grundlagen in dem Sauerſtoffe enthalten ſeyn. Allein meiner Meinung nach läßt es ſich gar wohl begreifen, daß der Sauerſtoff in Verbindung mit einigen Stoffen Säure mit andern aber keine erzeuge. Denn es iſt eine ausgemachte Wahrheit, daß Stoffe in der chemiſchen Verbindung ganz andere Eigenſchaften annehmen, als ſie für ſich haben; dabey würde es aber fehlerhaft ſeyn, den Grund der Säureerzeugung allein in den Sauerſtoff zu ſetzen, indem,

wie

Digitized by Google

wie bekannt, diejenigen Stoffe, welche ſich chemiſch mit einander verbinden, allemahl gegenſeitig in einander wirken, mithin der Grund der Säureerzeugung in beyden Subſtanzen geſucht werden muß.

M. ſ. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie Berlin 1795. 8. Cap. 11.

Waſſerſtoffgas ſ. Gas, brennbares.

Waſſerwage, Horizontalwage, Bleywage, Schrot-Setzwage (libella, libra aquaria, niveau). Hierunter verſteht man ein Inſtrument, vermittelſt welchem eine Horizontallinie angegeben und nöthigen Falls auf eine große Entfernung verlängert werden kann. Die gemeinſten Arten der Waſſerwagen ſind die genugſam bekannten Setz- oder Schrotwagen der Handwerksleute. An dieſen iſt nähmlich ein Bleyloth ſo angebracht, daß es auf einen gewiſſen bezeichneten Punkt einſpielt, wenn es gegen die Grundfläche des Inſtrumentes lothrecht gerichtet iſt. In dieſer Lage muß alsdann die Grundfläche desſelben horizontal ſeyn, und eine jede in ſelbiger gezogene gerade Linie iſt eine Horizontallinie. Dergleichen Setzwagen gibt **Leupold** *) mehrere an.

Es gibt aber andere Arten von Waſſerwagen, deren gewöhnlichſte **Leupold** beſchreibt. Die eigentlich ſo genannte **Waſſerwage** hat gewöhnlich folgende Einrichtung: eine metallene Röhre, deren beyde Enden offen ſind, werden unter rechten Winkeln umgebogen; in ein jedes offene Ende wird eine 3 bis 4 Zoll lange Glasröhre eingekittet, ſo daß beyde Glasröhren mit der metallenen communicirende Röhren bilden. Durch die eine Röhre wird ſo viel gefärbtes Waſſer eingefüllt, daß ſelbiges auch in die andere treten kann. Steht nun dieß Waſſer ruhig, ſo müſſen ſich die Flächen desſelben in beyden Röhren in einerley wagrechten Ebene befinden. M. ſ. **Röhren, communicirende.** Dieſe Einrichtung läßt ſich nun auf ein Stativ bringen, auf welchem Punkte beſtimmt ſind, durch welche eine mit der Viſirlinie

*) Theatr. ſtat. vniv. P. IV. ſ. theatr. horizontaſtat. Leipz. 1726 Fol. Tab. I. et II.

oder Achſe des Fernrohrs parallele Linie läuft. Stehen nun die beyden Waſſerflächen in den Röhren an den bezeichneten Punkten ſelbſt, oder auch nur gleich weit unter oder über von denſelben entfernt, ſo iſt die Viſirlinie der Ebene durch beyde Waſſerflächen parallel, folglich horizontal.

Eine andere Einrichtung der eigentlichen Waſſerwagen iſt die **Waſſerwage mit der Luftblaſe.** Sie beſteht aus einer gläſernen cylindriſchen Röhre, welche mit gefärbtem Waſſer ſo angefüllt wird, daß nur noch ein kleiner Raum, der Luft enthält, übrig bleibt; ſonſt iſt die Röhre an beyden Enden zugeſchmolzen. Die zurückgelaſſene Luftblaſe wird in dieſer Röhre jeder Zeit die höchſte Stelle einnehmen, mithin bey ſchiefer Lage nach dem höhern Theile der Röhre zu gehen, bey horizontaler Lage aber in der Mitte von beyden Enden der Röhre gleich weit entfernt ſtehen bleiben. Wird nun die Mitte der Röhre mit einem Merkmahle bezeichnet, ſo wird ihre Achſe horizontal, wenn die Blaſe bey dieſem Merkmahle ſteht. Auch laſſen einige, um das Reiben der Luftblaſe zu verhüthen, den Raum der Blaſe luftleer.

Bey andern Einrichtungen der eigentlichen Waſſerwagen ſchwimmen Dioptern oder Fernröhre auf der Oberfläche einer flüſſigen Materie. Dergleichen Dioptern hat ſchon **de la Hire** α) vorgeſchlagen, wozu man die Vorrichtung beym **Picard** und **Leupold** findet. Auch gibt **Leupold** β) noch eine Einrichtung von eigener Erfindung, und ein Fernrohr nach **Sturm**, welches auf kleinen Kähnen ſo ſchwimmt, daß ſeine Achſe mit der Waſſerfläche parallel iſt. In der Anwendung ſind aber dergleichen Vorſchläge wegen der großen Beweglichkeit des Waſſers unbrauchbar.

Statt des Waſſers hat **Keith**, Mitglied der königlichen Geſellſchaft zu Edinburgh γ), Queckſilber gewählt, und eine brauchbare Einrichtung unter dem Nahmen einer **Queckſilberwage** angegeben. Es beſteht ſelbige aus einem Käſtchen

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1704.
β) A. a. O. Tab. VII. fig. 9. 14. 15.
γ) Transact. of the roy. ſociety of Edinb. Vol. II. 1790.

chen 12 bis 18 Zoll lang und 2 bis 3 Zoll breit, aus feſtem Holze gemacht. An beyden Enden befinden ſich quadratförmige Fächer mehr tief als breit, und durch einen engen Canal, welcher unmittelbar auf den Boden der Fächer ausgeht, mit einander verbunden. Der mittlere Theil des Käſtchens beſitzt einen Deckel, und dient die Dioptern und das Fläſchchen mit Queckſilber, wenn es nicht gebraucht wird, aufzunehmen. Die Dioptern ſind von Meſſing, wovon eine jede auf einen hölzernen oder elfenbeinernen Würfel aufgeſchroben wird. Dieſe Würfel paſſen in die Fächerchen, und haben nur ſo viel Spielraum, daß ſie ſich auf und nieder bewegen können. Wenn man nun in das eine Fach ſo viel Queckſilber, als nöthig iſt, gießt, ſo dringt es durch den Communicationscanal auch in das andere, ſtellt ſich in beyden wagrecht, und auf beyden Flächen ſchwimmen alsdann die Dioptern. Im Schwerpunkte des Käſtchens iſt eine horizontale Achſe, welche in eine Gabel paßt, die mit einem Stativ in Verbindung gebracht werden kann.

Dieſe beſchriebenen Waſſerwagen kann der Phyſiker, der ſich derſelben bloß zur wagrechten Stellung ſeiner Werkzeuge bedient, größten Theils gebrauchen. Der wagrechte Stand einer Ebene wird geprüft, wenn man die Wage nach zwey verſchiedenen Richtungen auflegt, welche ſich ungefähr rechtwinkelig durchſchneiden. Finden ſich hierbey die beyden Richtungslinien horizontal, ſo iſt auch die Ebene horizontal. Dieſes doppelte Auflegen verhindert man durch folgende Waſſerwage, welche Herr Mayer *) beſchreibt. Ein cylindriſches Gefäß (fig. 30.) iſt mit einem Glasdeckel abd verſehen, und wird ganz mit Waſſer oder Weingeiſt angefüllt, und mit dem Deckel feſt verſchloſſen. Durch den Boden geht ein kleines Schräubchen e, welches man öffnen, ein kleines Tröpfchen Waſſer aus dem Gefäße herauslaſſen und die Oeffnung wieder verſchließen kann. An die Stelle des ausgelaſſenen Waſſers wird ſich unter dem Deckel ein Bläschen zeigen. Wenn alsdann dieſer Deckel genau wagrecht liegt,

und

*) Gründl. und ausführl. Unterricht zur praktiſch. Geometrie. Th. I.

und mit der Grundfläche des Gefäßes parallel iſt, ſo wird das Bläschen c gerade in der Mitte unter dem Deckel ſeyn. Bey einer jeden andern gegen den Horizont geneigten Lage wird das Bläschen nicht in der Mitte unter dem Deckel bleiben. In einem ſolchen Falle muß man das Gefäß ſo lange wenden, bis die Glasfläche des Deckels die horizontale Lage erhält. Das Gefäß ſelbſt wird von Meſſing verfertigt, deſſen Höhe und Weite ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll betragen. Die vortheilhafteſte Größe des Bläschens muß durch Verſuche beſtimmt werden.

Beym Gebrauche des wirklichen Waſſerwägens oder Nivellirens müſſen die Waſſerwagen größer, genauer, mit Fernröhren und Mikrometern verſehen ſeyn. Eine ſolche beſchreibt ſchon Picard [α]). Sie beſteht nämlich aus einer gemeinen Setzwage, welche mit Dioptern ſo verſehen iſt, daß das Bleyloth, wenn es auf das gehörige Zeichen einſpielt, ſenkrecht auf der Viſirlinie der Diopteru ſteht. Auf ſolche Art kann man durch die Diopteru weit hinaus viſiren, und zugleich überzeugt ſeyn, daß die Punkte, auf welche man trifft, in der verlängerten Horizontallinie durchs Auge liegen. Auch pflegt man wohl wegen größerer Vollkommenheit ſtatt der Dioptern ein Fernrohr anzubringen, wobey aber die Einrichtung ſo gemacht werden muß, daß das Bleyloth, wenn es den bezeichneten Punkt trifft, mit der erwähnten Achſe genau rechte Winkel macht. Andere zum Gebrauche beym Nivelliren eingerichtete Waſſerwagen beſchreiben auch Ekſtröm [β]), Lambert [γ]) und andere.

Waſſerwägen, Nivelliren (libellatio, nivellement). Wenn ein Ort auf der Erdfläche niedriger als ein anderer davon entfernter liegt, ſo nennt man alsdann die ſenkrechte Tiefe, um welche der erſte Ort niedriger als der andere

α) Traité du nivellement à Paris 1684. 1724. 12. überſ. von Paſſavant; des Herrn Picard's Abhandlung vom Waſſerwägen. Berlin 1749. und mit neuen Beyträgen von Lambert 1770. 8.
β) Schwediſche Abhandl. für 1743. B. V. S. 144.
γ) Anmerk. über die Branderiſchen Mikrometer vom Glaſe. Augſb. 1769. 8.

andere liegt, das Gefälle von dem einen Orte bis zum andern. Wenn man dieſes Gefälle des einen Orts zum andern durch wirkliche Ausmeſſungen zu beſtimmen ſucht, ſo ſagt man, daß man nivellire oder waſſerwäge, weil dieſes Verfahren gewöhnlich bey Unterſuchung des Gefälles der Flüſſe oder Bäche, oder auch bey Anlegungen künſtlicher Waſſerleitungen gebraucht wird. Zu dieſer Abſicht werden nun die im vorigen Artikel beſchriebenen Waſſerwagen gebraucht. Außer den Waſſerwagen ſind beym wirklichen Waſſerwägen Stangen nöthig, welche alſo eingerichtet ſind, daß an ſelbigen eine Tafel auf- und niedergeſchoben werden kann. Die Tafel ſelbſt wird ſchwarz angeſtrichen, und in der Mitte ein weißer Kreis oder auch ſtatt deſſen ein Paar weiße Streifen, welche ſich in der Mitte ſenkrecht ſchneiden, gezeichnet, damit man deſto beſſer in der Entfernung die Mitte der Tafel genau ſehen könne. Geſetzt nun, die Nivellirwage befinde ſich in der Stelle (fig. 31.) f, und ig ſey eine Stange mit der Tafel, in deren Mitte der horizontalen Geſichtslinie ig fällt, ſo kann man nun fd und gi meſſen, und das Gefälle $hi = gi - fd$ finden. Wäre ab noch eine andere Stange mit der Tafel in der Station b, ſo kann man die Nivellirwage zwiſchen beyden Stationen b und i ſtellen, und die Tafel an der Stange ab durch einen Gehülfen ſo lange auf- und abſchieben laſſen, bis die Mitte derſelben in den Geſichtsſtrahl ga fällt; alsdann iſt das Gefälle des Orts i von dem Orte $b = gi - ab$. Wenn auf dieſe Art von Station zu Station mit dem Nivellement fortgefahren wird, ſo findet man dadurch das ganze Gefälle zweyer von einander entlegenen Oerter. Wäre jedoch die Entfernung beyder Oerter ſehr groß, ſo müßte man alsdann auch noch von dem alſo gefundenen Gefälle die Senkung des wahren Horizonts unter den ſcheinbaren abziehen, und eben dieſe Berichtigung iſt beſonders für den Phyſiker merkwürdig.

Wenn nähmlich von dem Orte (fig. 32.) d aus auf eine große Entfernung dl viſirt wird, die einen beträchtlichen Theil der Erdfläche in ſich begreift, ſo gibt die Waſſerwage eine

eine ſcheinbare horizontale Linie d l an, da doch die wahre Horizontallinie einen Bogen d m eines größten Kreiſes auf der Oberfläche der Erdkugel ausmacht. Die erſtere trifft an der lothrechten Höhe m l einen zu hoch liegenden Punkt l, und gibt demnach das Gefälle von d bis m um die Linie m l zu groß. Um nun die Größe m l zu beſtimmen, muß die Entfernung d m entweder im Längenmaße, oder im Bogen als Maß des Winkels d c m gegeben ſeyn. Im erſtern Falle wird man ohne merklichen Fehler $dl = dm$ annehmen können, weil doch nie über $7\frac{1}{2}$ Meile oder $\frac{1}{2}$ Grad weit viſirt wird, mithin der Winkel c immer kleiner als $\frac{1}{2}$ Grad iſt, in welchem Falle der Bogen d m von ſeiner Tangente d l nicht merklich verſchieden iſt. Man hat alsdann

$$lm = \sqrt{(dl^2 + dc^2)} - dc.$$

Da nun d l allemahl in Vergleichung mit dem Halbmeſſer d c ſehr klein bleibt, ſo läßt ſich ohne merklichen Fehler die Quadratwurzel aus $dl^2 + dc^2 = dc + \frac{dl^2}{2dc}$ ſetzen, und wenn hiervon d c abgezogen wird, ſo erhält man

$$ml = \frac{dl^2}{2 \cdot dc}.$$

Wenn nach Picard der Erddurchmeſſer oder $2dc = 39231564$ Pariſer Fuß angenommen, und d l ebenfalls in Pariſer Fußen ausgedrückt wird, ſo findet ſich hieraus

$$ml = 0{,}00000002548 \cdot dl^2.$$

Ex. Es ſey $dl = 4000$ Toiſen oder 24000 Pariſer Fuß, mithin $dl^2 = 576000000$, ſo wird $ml = 0{,}02548 \cdot 576 = 14{,}682$ Fuß.

Wenn hingegen d l im Bogen eines größten Kreiſes der Erdkugel gegeben iſt, ſo iſt

$$ml = (\text{ſec}\,a.\ dcm - 1)\ dc.$$

Hieraus iſt es begreiflich, wie ſich Tabellen für dieſe Berichtigung auf jede Entfernung berechnen laſſen, dergleichen ſich beym Picard, Böhm, Caſſini *) u. ſ. finden.

Waſſer-

*) Von der Figur und Größe der Erdkugel, a. d. Fr. von Klimm. Leipz. 1741. 8.

Waſſerziehen der Sonne (virgae, columellae, verges). Wenn die Sonne zwiſchen ein Paar dichten Wolken durchſcheint, und dadurch in gewiſſen Luftſtrichen die darin ſchwebenden Theile erleuchtet, indem die angränzenden Striche dunkel bleiben, ſo erſcheinen dem Auge die erleuchteten Striche als **helle Streifen** auf einem dunkeln Grunde, und man ſagt, die **Sonne ziehe Waſſer**. Dieſe Erſcheinung, welche am gewöhnlichſten zu der Zeit, da die Sonne früh und Abends nicht hoch und unter getrennten Wolken ſteht, wahrgenommen wird, hält man für ein Zeichen eines bevorſtehenden Regens, welches zwar meiſten Theils, aber doch auch nicht allemahl erfolgt. Das ganze Phänomen wird unter die optiſchen Meteore gezählt. Die hellen Streifen, welche das Auge wahrnimmt, ſind eigentlich unter ſich parallel, weil alle Sonnenſtrahlen durch die Atmoſphäre in parallelen Richtungen hindurchgehen; allein dem Auge erſcheinen ſie nicht parallel, ſondern ſcheinen alle aus dem Bilde der Sonne, wie Halbmeſſer eines Kreiſes aus dem Mittelpunkte, auszugehen. Die Urſache davon gibt die Perſpektive an; dieſe zeigt, daß ſich die Bilder paralleler Linien als convergirend darſtellen, wenn die durchſichtige Tafel mit den Linien nicht parallel geht. Daher kommt es auch, daß die hellen Streifen von der Sonne ab breiter zu werden ſcheinen, ob ſie gleich durchaus einerley Breite behalten. **Lambert** *) erklärt hieraus, daß uns die Wolken näher zu ſeyn ſcheinen, als ſie wirklich ſind. Denn wenn (fig. 33.) a die Stelle des Auges iſt, welches den hellen Streifen ca zwiſchen den Wolken c durchgehen ſieht, ſo muß die wahre Richtung des Streifens mit der Linie nach der Sonne, d. i., mit af parallel, alſo bd ſeyn, und die wahre Stelle der Wolken iſt nicht in c, ſondern fällt in der Geſichtslinie ac viel weiter hinaus in d.

Weich (molle, mol, mou). Man nennt einen Körper weich, welcher durch Einwirkung äußerer Kräfte auf ihn

*) Beyträge zum Gebrauch der Mathematik. Th. I. Berlin 1765. 8. S. 19 f.

ihn ſeine Form, d. i. die Lage ſeiner Theile gegen einander ändert, und auch dieſe geänderte Form behält, wenn die äußern Kräfte auf ihn zu wirken aufhören. Dem Ausdrucke weich iſt der Ausdruck hart entgegengeſetzt. M. ſ. Hart.

Wein (Vinum, vin). Mit dieſem Nahmen bezeichnet man im allgemeinen Sinne alle ſchleimig - zuckerartige Stoffe des Pflanzenreichs welche durch den erſten Grad der Gährung, den man Weingährung nennt, geiſtig geworden ſind, wie z. B. Bier, Cider, Meth u. dgl. M. ſ. Gährung. In einer engern und eigentlichen Bedeutung verſteht man aber unter dem Ausdrucke Wein nur diejenigen geiſtigen Liquoren, die durch die Gährung aus dem Traubenſafte oder dem Moſte entſtanden ſind. M. ſ. Gährung (Th. II. S. 581. 582).

Wenn der erſte Grad der Weingährung zu früh unterbrochen wird, ſo bleibt alsdann eine große Menge von gährungsfähigen Theilen im Weine zurück, welche nachher bey irgend einer gegebenen Gelegenheit leicht zu einer neuen Gährung Anlaß geben, den Wein trüben, wieder brauſend machen, und auch wohl zuletzt ganz verderben. Manchmahl unterbricht man aber jene Gährung mit Vorſatz, um den Weinen die ſchäumende Eigenſchaft zu geben, oder ſie zu mouſſirenden Weinen zu machen, wie der Champagnerwein iſt. Dergleichen Weine müſſen in ſtarken Bouteillen vor dem Zugange der freyen Luft aufbewahrt werden. Sie werfen mit Gewalt die Stöpſel aus den Flaſchen, perlen, verwandeln ſich beym Eingießen in die Gläſer in einen weißen Schaum, und haben einen lebhaftern und ſtechendern Geſchmack und Geruch, als die nicht ſchäumenden Weine. Dieſe Wirkung rührt von dem noch nicht in der gehörigen Menge ausgeſchiedenen und darin zurückgehaltenen kohlenſauren Gas her, welches mit Heftigkeit austritt, ſo bald der Wein die freye Luft berührt.

Das Geiſtige, welches ſich in der Gährung erzeugt, hemmt, wenn eine gehörige Menge davon erzeugt iſt, die Gährung des noch übrigen Zuckerſtoffs. Wenn alſo der Moſt einen

einen Ueberfluß an dem Zuckerſtoffe beſitzt, und wenig Wäſſeriges enthält so entſtehen durch die Gährung ſüße Weine. Dieſe Weine ſind eigentlich ſolchen Ländern eigen, die unter einem vorzüglich warmen Himmelsſtriche liegen. Allein man kann auch die Weine dadurch verſüßen, daß man die Weintrauben austrocknen läßt, ehe noch der Moſt ausgepreßt wird, indem dabey das Wäſſerige ausdunſtet, und der zurückgebliebene Zuckerſtoff mehr concentrirt wird; dergleichen Weine nennt man Sect (vino ſicco der Italiäner). Auch kocht man wohl an verſchiedenen Orten wie in Spanien, den von den erſt geleſenen Trauben ausgepreßten Saft ſo weit ein, bis er eine Syrupsdicke erlangt hat, vermiſcht ihn ſodann mit der Hälfte oder $\frac{2}{3}$ des ungekochten Moſtes, und läßt ihn ſo gähren; die auf ſolche Art erhaltenen Weine, wie z. B. der Mallagawein, heißen geſottene Weine (vina cocta).

Weil der zuckerartige Beſtandtheil die eigentliche Subſtanz der geiſtigen Gährung iſt, da der Wein deſto beſſer wird, je ſüßer der Moſt iſt; ſo iſt unſtreitig ein Zuſatz von Zucker zum Moſte das natürlichſte und beſte Mittel, aus ſchlechtem Moſte, und bey nicht guten Jahren einen guten Wein hervorzubringen, und ſo die geringen Landweine zu veredlen, wie Macquer durch Gründe und Erfahrungen gewieſen hat. Trübe gewordene Weine kläret man durch Umrühren mit gekochter Hauſenblaſe oder Eyweiß ab; und blaſſe Weine ſchönt man durch Zuſatz von etwas gebranntem Zucker.

Wenn die erſte ſo genannte Weingährung zu lange gedauert hat, ſo hat auch ſchon der Wein eine gewiſſe Neigung zur Säurung erhalten, welche auch unmerklich bis zur völligen Säurung fortgeht. Solche ſauer gewordene Weine laſſen ſich durch Zuſetzung mit Glätte oder Bleykalk wieder verſüßen, indem dieſe Bleykalke die Eſſigſäure an ſich nehmen, und mit ihr einen angenehm ſchmeckenden Bleyzucker bilden. Die Wirkungen hiervon ſind aber dem menſchlichen Körper höchſt ſchädlich und ſelbſt tödtlich, ſo daß alſo ſolche Miſchungen die gerechteſte Strafe verdienen. Gegen das Ende des

ſiebenzehnten Jahrhunderts entſtand im Wirtembergiſchen und andern herumliegenden Gegenden hieraus die ſo genannte Weinkrankheit, welche zu den erſten geſetzlichen Verordnungen über dieſen Gegenſtand Anlaß gab [a]).

Am ſicherſten erkennt man, ob ein Wein durch Bleyzuſätze verfälſcht iſt, wenn man eine beträchtliche Menge davon bis zur Trockniß abdampft, und den Rückſtand in einem Schmelztiegel ſchmelzt, da ſich dann das reducirte Bleykorn auf dem Boden findet. Leichtere und geſchwindere Prüfungen geſchehen durch flüſſige Schwefellebern, z. B. durch die wirtembergiſche Weinprobe (liquor vini probatorius) aus 1 Theile Operment und 2 Theilen ungelöſchten Kalk in 12 Theilen deſtillirten Waſſer in der Wärme digerirt. Wenn man von dieſem Liquor etwa 30 Tropfen in ein Spitzglas voll Wein tröpfelt, ſo entſteht, wenn der Wein rein iſt, ein leichter blaßgelber Niederſchlag; derjenige aber, der metalliſche Theile enthält, erhält dadurch eine braune oder ſchwarze Farbe. Weil aber dieſe Farbe nicht nothwendig die Gegenwart des Bleyes anzeigt, ſondern der Metallgehalt auch aus Eiſen beſtehen, folglich nicht ſchädlich ſeyn kann, ſo muß die Beſchaffenheit des entdeckten Metalls noch weiter geprüft werden. Die Blutlauge ſchlägt aus den Weinen alle Metalle mit eigenen Farben nieder, allein es iſt ſchwer, ſie ſelbſt rein und ohne allen Eiſengehalt zu erhalten. Herr Hahnemann [b]) hat daher eine Weinprobe angegeben, welche reinen oder bloß eiſenhaltigen Wein gar nicht ändert, Bley und Kupfer aber braun oder ſchwarz fällt, und welche aus calcinirten Auſterſchalen, Schwefel und Weinſteinrahm zubereitet wird.

M. ſ. Macquer chemiſ. Wörterbuch durch Leonhardi, Art. Wein. Gren ſyſtemat. Handbuch der geſammten Chemie, Th. II. 1794. 8. §. 1796 f. Th. III. §. 2571.

[a]) Gockel's Beſchreibung des durch Silberglätte verſüßten ſauren Weins, und der daher von 1694—1696. entſtandenen, vormahls unerhörten Weinkrankheit. Ulm 1697. 8.

[b]) In Crell's Annal. 1788, St. 4.

Weingeiſt, brennbarer Geiſt, Alkohol (ſpiritus vini, ſpiritus ardens, inflammabilis, alcohol, eſprit du vin, eſprit ardent) heißt derjenige flüchtige ſtark riechende und ſchmeckende, farbenloſe und entzündliche Liquor, welcher durch gelinde Deſtillation aus dem Weine oder andern flüſſigen Subſtanzen gewonnen wird. Dieſer Liquor iſt ſehr berauſchend, verbindet ſich in jedem Verhältniſſe mit dem Waſſer und beſitzt alle Eigenſchaften eines Geiſtes. M. ſ. **Geiſt.** Auf ſeiner Oberfläche entzündet er ſich leicht, ohne dazu eine Erhitzung durch Docht nöthig zu haben, und brennt mit einer ſchwachen am Rande bläulichen Flamme ohne Rauch und Ruß, und wird dadurch bis auf etwas weniges Waſſer gänzlich verzehrt.

Alle gegohrne weinartige Getränke geben bey der Deſtillation dieſen brennbaren Geiſt, und zwar immer um deſto mehr, je beſſer ſie ſind, z. B. aus Weintreſtern der Franzbranntwein, aus Getreide der Kornbranntwein, aus Reiß der Arak, aus dem Safte des Zuckerrohrs der Rum u. ſ. f. Der gewöhnlich zubereitete Branntwein (vinum aduſtum) hat noch viel wäſſeriges, auch wohl ſaure und brenzliche Theile bey ſich; man kann ihn aber durch wiederhohlte Deſtillationen zu einem ziemlich waſſerfreyen Weingeiſt concentriren, und alsdann nennt man ihn **Alkohol.**

Dieſer reine Weingeiſt iſt leichter als Waſſer. Sein ſpecifiſches Gewicht beträgt nach **Muſſchenbroek** 0,815, nach **Bergmann** 0,82. Bey der Verdunſtung bewirkt er eine anſehnliche Kälte, und ſiedet bey einer geringern Hitze als das Waſſer, nähmlich bey 165° Fahrenh. Dieß iſt auch der Grund, warum er ſich durch gelinde Deſtillation entwäſſern läßt. Bey der Deſtillation gibt er eigene, gleichſam fett ausſehende Streifen in der Vorlage. Mit dem Waſſer vermiſcht erzeugt er Wärme, und beyde nehmen nach der Vermiſchung einen etwas kleinern Raum ein, als ſie der Summe ihrer einzelnen Räume nach einnehmen ſollten. Die gröſste Verminderung des Raums, nähmlich $\frac{1}{32}$ desſelben, findet bey gleichen Maſſen Alkohol und Waſſer, die kleinſte

bey einem Theile des erſtern und zwey Theilen des letztern Statt. Der Alkohol gefriert nicht in den uns bekannten Graden der Kälte. Gleiche Theile Alkohol und Waſſer gefrieren erſt bey 6 Grad unter Null nach Fahrenh.

Der Weingeiſt iſt weiter keiner Gährung fähig, und keinem Verderben ausgeſetzt. Dieſerwegen und weil er gegen alles Wäſſerige einen großen Hang hat, auch die Luft abhält, dient er vorzüglich, die Fäulniß organiſirter Körper abzuhalten. Iſt er im Wein in hinreichender Menge entſtanden, ſo hindert er den Fortgang der Weingährung und die weitere Zerſetzung des Zuckerſtoffs in den ſüßen Weinen.

Auf die reinen Erden und Metalle zeigt der Alkohol keine ſonderliche Wirkung; auch löſet er eine große Anzahl von Neutral- und Mittelſalzen nicht auf; dagegen liefert er mit den Säuren, Alkalien, vielen öhligen Subſtanzen und einigen Mittelſalzen beſondere Eigenſchaften. Für die Harze iſt der Weingeiſt das eigentlichſte Auflöſungsmittel; aus den Gummiharzen zieht er nur die harzigen Theile aus. Indeſſen löſen ſich einige Harze ſchwer, oder gar nicht im Weingeiſte auf, und dieſe ſcheinen mehr verhärtete fette Oehle, als wahre Harze zu ſeyn. Die natürlichen Balſame löſet der Weingeiſt ebenfalls auf. Das Waſſer ſchlägt die Harze aus dem Weingeiſte als eine milchichte Gerinnung nieder.

Beyſpiele von Auflöſung der Harze im Weingeiſte geben auch verſchiedene Arten der Lackfirniſſe, bey welchen überhaupt das Weſentlichſte iſt, daß die Harze in einer Flüſſigkeit aufgelöſet ſind, welche beym Auftragen leicht verdunſtet, und alſo dabey das Harz als einen durchſichtigen Ueberzug zurückläßt. Die mit Alkohol und Harzen gemachten Firniſſe trocknen zwar ſehr ſchnell und glänzen ſchön, allein ſie ſind doch ſehr ſpröde, und bekommen leicht Riſſe, welches aber durch Zuſatz von Terpenthin leicht verhüthet werden kann. Zu dieſen Firniſſen nimmt man den reinſten Alkohol, und klare, durchſichtige und harte Harze, als Maſtix, Gummilack, Sandarac, Drachenblut, Elemiharz, Weihrauch. Der Copal löſet ſich im Weingeiſte äußerſt ſchwer auf; doch beför-

dert

dert der Zuſatz von Kampher, mit welchem man den Copal zuſammengerieben, nach und nach unter beſtändigen Umrühren in den erwärmten und höchſt entwäſſerten Alkohol trägt, die Auflöſung darin; allein der Firniß verliert dadurch zugleich von ſeiner Güte *).

Den Weingeiſt verwendet man zur Ausziehung und Scheidung der harzigen Theile aus Pflanzentheilen und andern Stoffen. Dieſe geiſtigen Ausziehungen enthalten aber außer den Harztheilen auch noch ätheriſch öhlige Theile, oder den zuſammenziehenden Grundſtoff, wenn dieſe Beſtandtheile in den auszuziehenden Körpern gegenwärtig waren. Weingeiſt, mit dem man die in einem oder mehreren Körpern befindliche, in denſelben auflösbare Theile ausgezogen hat, erhält den Nahmen einer Tinktur, Eſſenz, oder eines Elixirs, nach den verſchiedenen Graden der Helligkeit, Durchſichtigkeit und Conſiſtenz.

Die ätheriſchen Oehle der Pflanzen löſet der Alkohol auf, jedoch einige eher, als andere, und in der Wärme mehr, als in der Kälte.

Weil der Weingeiſt das Waſſer ſtark an ſich zieht, ſo kann man durch ihn die gummi- und gallertartigen Subſtanzen, ingleichen die Salze, welche er nicht auflöſet, z. B. Kochſalz, Glauberſalz, vitrioliſirten Weinſtein u. ſ. f. aus dem Waſſer ſcheiden, und das Anſchießen dieſer Salze befördern, auch das Eyweiß und die thieriſche Lymphe zum Gerinnen bringen.

Was die Beſtandtheile des Weingeiſtes betrifft, ſo laſſen ſich ſelbige am beſten aus den Produkten ſeines Verbrennens beurtheilen und finden. Unternimmt man das Abbrennen des Weingeiſtes in einem eingeſchloſſenen Raume von atmoſphäriſcher Luft, z. B. ſo, daß man denſelben in einer auf dem Waſſer einer Schüſſel ſchwimmenden Schale abbrennt, und dann die Glocke darüber ſtürzt, ſo findet man,

*) Der Staffirmahler, oder die Kunſt anzuſtreichen, zu vergolden und zu lackiren; a. d. Franz. von Watin. Leipz. 1779. 8. Macquer's chym. Wörterbuch. Artik. Firniß.

daß er, wie alle brennende Körper, die Lebensluft zerſetzt, und das Stickgas übrig läßt. Sperrt man bey dieſem Verſuche die Luft, worin man den Weingeiſt verbrennt, mit Queckſilber, ſo iſt die rückſtändige Luft nicht allein Stickgas, ſondern auch mit kohlenſaurem Gas beladen, und das Queckſilber, ſo wie das Inwendige der Glocke mit einer merklichen Menge Waſſer bedeckt, auch wenn man den aufs höchſte entwäſſerten Alkohol angewendet hat. Dieſe letzte Erſcheinung nahmen ſchon der jüngere **Geoffroy**, **Boerhaave** und **Neumann** gewahr. **Lavoiſier** *) entdeckte endlich, daß, wenn man das Verbrennen des Alkohols in einer ſolchen Vorrichtung unternehme, worin nichts von den Dämpfen des Weingeiſtes entweichen könne, man mehr Waſſer enthalte, als man Weingeiſt dazu angewendet habe, und daß die Produkte des Verbrennens aus Weingeiſt und Lebensluft nichts weiter ſind, als Waſſer und Kohlenſäure. Durch Berechnung aus ſeinen Verſuchen findet er, daß 100 Theile Alkohol beym Verbrennen in Lebensluft 116,0816 Theile Waſſer geben, und daß 100 Theile des höchſt entwäſſerten Weingeiſtes zuſammengeſetzt ſind aus nahe 28,530 Kohlenſtoff, aus 7,873 Hydrogen und 63,597 wirklichem Waſſer. Hiernach wären alſo die Beſtandtheile des Alkohols Hydrogen, Oxygen und Kohlenſtoff. Wenn daher Weingeiſt in Lebensluft verbrennt, ſo vereinigt ſich nach dieſer Theorie das Hydrogen des Weingeiſtes mit dem Sauerſtoffe der Lebensluft, und bildet Waſſer, welches nun zu dem ſchon in dem Weingeiſte enthaltenen Waſſer hinzukommt. Der Kohlenſtoff des Weingeiſtes hingegen verbindet ſich mit einem andern Theile des Sauerſtoffs der Lebensluft zur Kohlenſäure, die als kohlenſaures Gas austritt. So ſind alſo Waſſer und kohlenſaures Gas die einzigen Produkte des Verbrennens des Weingeiſtes. Andere, wie Herr **Gren**, ſetzen zu dieſen Beſtandtheilen des Weingeiſtes noch den Brennſtoff hinzu.

Wenn

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1784. im Gothaiſch. Magazin. B. III. St. 1. S. 71 u. f.

Wenn man Weingeiſt in eine gläſerne Retorte gießt, an der Mündung derſelben eine lange irdene glaſirte Röhre ankittet, den mittleren Theil der Röhre durch glühende Kohlen gehen und glühen läßt, ihre Mündung aber unter dem Trichter der Wanne des chemiſch-pnevmatiſchen Apparats bringt, und nun den Weingeiſt im Sandbade bis zum Kochen erhitzt, ſo erhält man in den Vorlagen eine ſehr beträchtliche Menge brennbares Gas, das mit kohlenſaurem Gas vermiſcht iſt. Dieß ſieht man als einen andern Beweis an, daß der Weingeiſt wirklich aus eben angeführten Beſtandtheilen beſtehe.

Die Wirkungen, welche die Salpeterſäure auf den Weingeiſt zeigt, prüfte **Bergmann** [α]) zuerſt genauer, und bewies, daß ſich durch Behandlung des Weingeiſtes mit Salpeterſäure wahre Sauerkleeſäure ſcheiden laſſe. Auch die Herren **Weſtrumb** [β]) und **Hermbſtädt** [γ]), haben gezeigt, daß ſich der Weingeiſt durch mindere Einwirkung der Weinſteinſäure in Salpeterſaures verwandeln laſſe. Herr **Gren** hält dieſe Sauerkleeſäure für kein Edukt aus dem Weingeiſte, wie anfänglich ſeine Meinung war, ſondern ſie iſt erſt dadurch erzeugt, daß die Salpeterſäure dem Weingeiſte einen Antheil ſeines Brennſtoffs entzieht, und dagegen Sauerſtoff überläßt, und mithin das Verhältniß ſeiner Beſtandtheile ſo abändert, wie ſie in der Sauerkleeſäure ſind.

Eigentliche Oehltheile, welche vormahls **Barner** und **Weſtendorf** durch wiederhohlte Deſtillation aus dem Weingeiſte abgeſondert erhalten haben wollten, laſſen ſich im reinſten Alkohol nicht finden.

M. ſ. **Macquer** chymiſches Wörterbuch durch **Leonhardi**, Art. **Weingeiſt**. **Gren** ſyſtemat. Handbuch der geſammten Chemie, Th. II. Halle 1794. 8. § 1817 f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berl. 1795. 8. S. 344 f.

α) Opuſc. phyſ. chem. Vol. I. p. 253.
β) Chemiſche Verſuche, die Entſtehung der Zuckerſäure betreffend, in ſeinen kleinen phyſ. chymiſch. Abhandl. B. I. H. I. S. 3 ff.
γ) Phyſ. chemiſche Verſuche, B. I. S. 205 f.

Weingeiſtthermometer ſ. Thermometer.

Weinprobe ſ. Wein.

Weinſteinſaures (Girtanner), Weinſteinſäure (Gren) acidum tartaricum ſ. tartari, acide tartareux) iſt eine unvollkommene Säure, welche einen Beſtandtheil des Weinſteins ausmacht. Sonſt iſt ſie aber auch noch in einigen ſauren Früchten, wie z. B. in den Tamarinden, in den Beeren des Gerberbaums, enthalten.

Der Erfinder dieſes Sauren iſt Scheele, Retzius *) aber machte ſeine Bereitung zuerſt bekannt. Man erhält es, wenn man gereinigten Weinſtein im kochenden Waſſer auflöſet, und Kalkerde zuletzt, ſo lange, bis das Saure geſättigt iſt. Die daher entſtandene weinſteinſaure Kalkerde iſt ein beynahe im Waſſer nicht auflösbares Salz, welches auf den Grund der Flüſſigkeit fällt, vorzüglich dann, wenn dieſelbe erkaltet iſt. Man gießt das Flüſſige ab, wäſcht den Niederſchlag mit kaltem Waſſer aus, und trocknet denſelben; dann gießt man Schwefelſäure dazu, welche mit 8 bis 9 Mahl ihres Gewichtes mit Waſſer verdünnt ſeyn muß. Dieſe Miſchung läßt man 12 Stunden in einer gelinden Wärme digeriren, und ſchüttelt ſie von Zeit zu Zeit. Die Schwefelſäure verbindet ſich mit der Kalkerde, macht ſchwefelſaure Kalkerde, und das Weinſteinſaure iſt frey. Während der Digeſtion entwickelt ſich eine geringe Menge Gas. Nach 12 Stunden gießt man das Flüſſige ab, und wäſcht die ſchwefelſaure Kalkerde ab, um die letzten damit verbundenen Theile des Weinſteinſauren zu trennen. Alles dieß Waſſer gießt man zuſammen, filtrirt es, dampft es ab, und erhält auf dieſe Weiſe das Weinſteinſaure in blätterförmigen Kryſtallen, welche an der Luft beſtändig ſind, in der Hitze aber zerſetzt werden, und im Feuer verbrennen.

Nach dem neuen Syſteme beſteht das Weinſteinſaure aus Sauerſtoff, Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, wozu noch einige Brennſtoff ſetzen. Der Sauerſtoff iſt in dieſem Sauren in geringerer Menge verbunden, als in der Sauerkleeſäure. Setzt

*) Schwed. Abhandl. 1770. S. 207.

Setzt man daher ſelbigem Sauerſtoff zu, ſo kann man daſſelbe in Sauerkleeſäure, Apfelſäure und in Eſſigſäure nach Gefallen umändern, wobey auch wahrſcheinlich das Verhältniß des Kohlenſtoffs zu dem Waſſerſtoffe verändert wird.

Mit den fixen Alkalien macht das Weinſteinſaure zwey Gattungen von Salzen, von verſchiedenen Graden der Sättigung: 1) ein Mittelſalz mit Saurem überſättiget, die ſäuerliche **weinſteinſaure Pottaſche** (**Weinſteinrahm**); 2) mit mehr Pottaſche die wirkliche **weinſteinſaure Pottaſche**. Mit der Soda geſättiget macht das Weinſteinſaure die **weinſteinſaure Soda**, oder das ſo genannte **Seignetteſalz**.

Das brenzliche oder brandige Weinſteinſaure (acidum pyro-tartaroſum, acide pyro-tartareux) iſt eine ſchwache brenzliche Säure, welche man aus dem gereinigten Weinſtein durch Deſtillation gewinnt. Man fülle mit weinſteinſaurer Pottaſche oder gepülvertem Weinſtein eine gläſerne Retorte an, und verbindet ſelbige mit einer gläſernen Vorlage, welche mit dem pnevmatiſchen Apparate verbunden iſt; durch allmählich verſtärktes Feuer erhält man eine brenzliche Säure mit etwas Oehl verbunden. Mittelſt des Trichters ſcheidet man das Oehl von der Säure, und erhält ſo die Säure frey. Während der Deſtillation entwickelt ſich eine Menge kohlenſaures Gas.

M. ſ. Girtanner Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 326. Gren Handbuch der geſammten Chemie, Th. II. Halle 1794. 8. § 1020 ff.

Weite des Wurfs (amplitudo iactus, amplitude du jet, portée). Hiermit bezeichnet man die horizontale Entfernung (fig. 34.) a b, um welche ſich ein durch a d b geworfener Körper von dem Anfange des Wurfs a an zu dem Ende desſelben b fortbewegt hat. M. ſ. **Wurf**. Wenn der Anfang des Wurfs in einerley Horizontallinie liegt, ſo iſt die Weite des Wurfs eine Sehne der krummlinigen Bahn a d b, welche der geworfene Körper durchläuft. Fluge aber der Anfangspunkt des Wurfs in der Stelle d, lothrecht über

 dem

dem Punkt c der Horizontallinie a b an, und ginge bis b, ſo wäre die Weite des Wurfs c b.

In Anſehung des erſten Falles, da nähmlich der Anfangs- und Endpunkt der krummlinigen Bahn des geworfenen Körpers in einer Horizontallinie liegen, ſetze man die Geſchwindigkeit, womit der Wurf in a beginnt, $= \gamma$, den Winkel, welchen die Richtung des Wurfs mit der Horizontallinie macht, $= \alpha$, ſo iſt nach den unter dem Artikel: Wurf, erwieſenen Formeln, wo g den Fallraum in einer Sekunde andeutet,

$$ab = \frac{\gamma^2 . \sin. 2\alpha}{2g},$$

daß ſich mithin bey einer Stärke der anfänglichen Geſchwindigkeit des Wurfs die Weite desſelben, wie der Sinus des doppelten Neigungswinkels verhält.

Da nun der größt-mögliche Sinus, oder der Sinus totus dem rechten Winkel zugehört, ſo folgt, daß für jede gegebene Geſchwindigkeit γ die Weite des Wurfs den größt-möglichen Werth $= \frac{\gamma^2}{2g}$ erhält, wenn der doppelte Neigungswinkel $= 90°$ iſt, mithin $\alpha = 45°$. Schon Tartaglea konnte im Jahr 1547. den Satz, daß unter ſonſt übrigens gleichen Umſtänden der Wurf oder Schuß ſam weiteſten gehe, wenn der Winkel $\alpha = 45°$ iſt, ob man gleich damahls von der Wurfbewegung noch keine richtige Begriffe hatte.

Solche Winkel, die ſich zu einander zu 90° ergänzen, geben unter einerley Umſtänden eine gleiche Weite des Wurfs, denn ihre doppelten machen mit einander 180°, und beſitzen folglich einerley Sinus. So iſt für $\alpha = 16°$ und $\alpha = 74°$, die Weite des Wurfs beyde Mahl $= \frac{\gamma^2}{4g}$, alſo halb ſo groß, als die größte Weite für $\alpha = 45°$.

Wenn hingegen der Winkel α ungeändert bleibt, ſo verhält ſich die Weite des Wurfs wie γ^2, oder wie das Quadrat der anfänglichen Geſchwindigkeit, ſo daß der doppelt geſchwin-

ſchwindere Wurf vier Mahl ſo weit geht u. ſ. w. Es lehren aber die Verſuche, dergleichen **Robins** mit Muſketenkugeln und **Hutton** mit Kanonenkugeln angeſtellt hat, daß ſich beym Pulvergeſchütz die anfängliche Geſchwindigkeit ziemlich genau wie die Quadratwurzeln aus der Pulvermenge verhalte; daraus folgt, daß bey gleichem Winkel, oder auch bey ſolchen Winkeln, welche ſich zuſammen zu 90° ergänzen, die horizontalen Schußweiten im Verhältniſſe der Pulvermengen oder der Stärke der Ladung ſtehen, wenn der Widerſtand des Mediums nicht mit in Betrachtung gezogen wird.

Was nun den andern Fall betrifft, da nähmlich der Wurf in d, lothrecht über c, anfängt, und der Körper mit der anfänglichen Geſchwindigkeit δ in horizontaler Richtung angetrieben wird, ſo iſt die Bahn d b des geworfenen Körpers eine Parabel vom Parameter $\frac{\delta^2}{g}$, welche ihren Scheitel in d hat, wie ebenfalls die unter dem Artikel, **Wurf**, angeführten Formeln zeigen. Geſetzt, es wäre die Höhe d c über der Horizontallinie a b $= \beta$ ſo kann ſelbige als eine Abſciſſe der Parabel aus ihrem Scheitel betrachtet werden, wozu die ſenkrechte c b als Ordinate gehört. Daher ergibt ſich auch aus der Gleichung der Parabel

$$cb^2 = \frac{\delta^2}{g} \cdot \beta, \text{ und folglich}$$

die Weite des Wurfs $cb = \delta\sqrt{\frac{\beta}{g}}$.

Eine Anwendung hiervon läßt ſich auf die Waſſerſtrahlen machen, welche aus Seitenöffnungen eines Gefäßes herausſpringen. Die vielen Verſuche, welche hierbey ſeit Galiläi's Zeiten ſind angeſtellt worden, und die ich in meiner Geſchichte der Phyſik (Th. I. Gött. 1801. B. II. Gött. 1802.) angeführt habe, ergeben, daß man annehmen könne, die Geſchwindigkeit, womit das Waſſer aus einer ſolchen Oeffnung hervordringe, ſey diejenige, welche der Höhe des Waſſers über der Oeffnung zugehört, oder welche ein Körper wäh-

rend

rend ſeines freyen Falls von derſelben Höhe würde erreicht haben.

Man ſetze alſo (fig. 35.) abcd ſey ein Gefäß mit Waſſer angefüllt, und beſtändig voll erhalten. In der Seitenwand bc befinde ſich eine kleine Oeffnung f, und das Gefäß ſtehe auf dem horizontalen Boden ae. Die ſenkrechte Höhe hk der Oeffnung über dem Boden ſey $= \varepsilon$, und die Höhe des Waſſers fc über der Oeffnung f im Gefäße $= \zeta$, ſo iſt die ganze Höhe bc des Gefäßes $= \varepsilon + \zeta$. Nun wird das Waſſer aus f mit einer Geſchwindigkeit in horizontalen Richtung hervorſpringen, welche der Höhe ζ zugehört, oder es wird $\delta^2 = 4g\zeta$ (m. ſ. Fall der Körper). Daraus ergibt ſich alſo nach der vorigen Formel

$$be^2 = \frac{\delta^2}{g} . \beta = 4\beta\zeta \text{ und}$$

$$be = 2\sqrt{\beta\zeta}, \text{ oder,}$$

es iſt die Weite be die doppelte mittlere Proportionallinie zwiſchen cf und fb. Beſchreibt man über der ganzen Höhe ab des Gefäßes einen Halbkreis cib, und zieht aus der Oeffnung f die Linie fl mit ae parallel, ſo iſt dieſe die mittlere geometriſche Proportionalzahl zwiſchen cf und fb, mithin allemahl be $= 2 . fl$.

Nimmt man ch $=$ bf, ſo iſt hi $=$ fl, alſo auch be $=$ die Weite des Waſſerſtrahls, der aus der Oeffnung h des Gefäßes hervordringt; beyde Waſſerſtrahle aus h und f fallen demnach auf den Boden mit einander zuſammen in e. Die Linie fl wird am größten bey g, wo ſie gk und dem gedoppelten Halbmeſſer oder der ganzen Höhe des Gefäßes gleich iſt.

Bey s'Graveſande [α]) Verſuchen war $\varepsilon = \zeta = 18$ Zoll, mithin ſollte die Weite des Sprungs $= 36$ Zoll ſeyn, ſie ward aber nur $35\frac{1}{2}$ Zoll gefunden. Bey Kraft [β]) war $\varepsilon = 2017$, $\zeta = 3738$ in Zweytauſendtheilen eines Londner Fußes, es hätte alſo be $= 2\sqrt{(2017 . 3738)} = 5490$ ſeyn ſollen, es

α) Elementa phyſic. To. I. § 1584. ed. Leid. 1742.

β) Commentat. Petrop. To. VIII. p. 253 ſqq.

es fand ſich aber nur 4542, und bey andern Verſuchen etwas größer. Wenn man beym Verſuche die gefundene Weite $be = n$ ſetzt, ſo kann man aus ihr und aus ε vermittelſt der Formel $\frac{gn^2}{\varepsilon} = \delta^2$ die Geſchwindigkeit δ, oder noch beſſer die derſelben zugehörige Höhe $\frac{\delta^2}{4g} = \frac{n^2}{4\varepsilon}$ ſuchen, und ſo durch den Verſuch prüfen, ob dieſe Höhe der Waſſerhöhe ζ gleich iſt, oder wie ſie ſich hiervon unterſcheidet.

Auch laſſen ſich Fälle betrachten, wo der Wurf aus a einen Punkt über den Horizont, z. B. e (fig. 34.) treffen ſoll; alsdann kann af die Weite des Wurfs genannt werden. Gewöhnlich iſt alsdann in der Ausübung dieſe Linie nebſt fe, der Höhe des zu treffenden Punkts, gegeben, und man ſucht bloß, wie der Wurf eingerichtet werden müſſe, um den Punkt e zu treffen, d. h., man ſucht γ und α. Es iſt alſo dieſe Aufgabe unbeſtimmt, indem man für α und γ einen Werth nach Gefallen annehmen, und hiernach das andere beſtimmen kann. Aber für γ, oder für die anfängliche Geſchwindigkeit, oder für die Stärke der Ladung gibt es einen kleinſt-möglichen Werth, um e zu treffen, welchen man allemahl gern wählen wird, um den geringſten Aufwand von Pulver machen zu dürfen. Für dieſes kleinſte γ gibt die Rechnung den Winkel α gerade ſo groß, daß die Richtung des Geſchützes bey a den Winkel der Scheitellinie az mit ae halbiren muß. Wird daher bey a eine Spiegelfläche über die Mündung des Geſchützes gelegt, das Auge z lothrecht über a gebracht, daß das Auge das Bild des Punktes e in des Spiegels Mitte ſieht, ſo iſt dieß die Richtung, in welcher e mit der berechneten ſchwächſten Ladung getroffen wird, wobey aber der Widerſtand der Luft bey Seite geſetzt worden.

M. ſ. Karſten Lehrbegriff der geſammten Mathematik, Th. IV. Abſchn. V. § 73. u. f. deſſelb. Anfangsgründe der mathemat. Wiſſenſch. Th. II. Greifsw. 1780. 8. Mechanik, Abſchn. II. § 36 ff.

Weiten

Weiten in Oſt und Weſt ſ. Abendweite, Morgenweite.

Weitſichtig ſ. Auge.

Wellen (vndae, ondes). Wenn in einer ſtillſtehenden Waſſerfläche (fig. 36.) ab durch irgend eine Kraft eine Vertiefung d erzeugt wird, ſo erhebt ſich das Waſſer rings um dieſelbe in c und e, fließt hierauf von dieſer Höhe vermöge ſeiner eigenen Schwere wieder ab, und macht durch die im Fallen erhaltene Geſchwindigkeit eine neue Vertiefung in f, indem die vorige in d wieder ausgefüllt wird; auf ſolche Art entſtehen wieder neue Erhöhungen in g und i mit neuen Vertiefungen in h und k und es entſpringt daher eine Bewegung des Waſſers, wobey die durch eine Kraft verurſachte Vertiefung d mit einer ihr vorausgehenden Erhöhung e immer weiter durch f, g, h, i k u. ſ. zu gehen, und jeder vorigen beſtändig wieder eine neue zu folgen ſcheint. Da nun das nach allen Richtungen von d aus geſchieht, ſo verbreitet ſich dieſe Bewegung in Kreiſen um d. Man nennt jede Erhöhung um d bis auf die tiefſten Punkte d und f eine **Welle**, den Abſtand df die **Breite** der Welle, und die ganze vorgedachte Bewegung eine **wellenförmige Bewegung** (vndulatio, motus undulatorius, ondulation).

Solche Wellen entſtehen, wenn man in ſtillſtehenden Wäſſern Steine wirft, oder ſie ſonſt auf irgend eine Weiſe in Bewegung ſetzt. Die Wellen verbreiten ſich um die in Bewegung geſetzte Stelle in concentriſchen Kreiſen, und wenn die erſte eine gehörige Erweiterung erhalten hat, folgt ihr ſo gleich eine zweyte aus dem Mittelpunkte nach. Es würde natürlich dieſe Bewegung bis ins Unendliche fortdauern, wenn nicht Hinderniſſe vorhanden wären die ſie nach und nach ſchwächten, und endlich gänzlich vernichteten. Dergleichen ſind aber allemahl da, indem der Druck des umgebenden Waſſers, keines Weges aber, wie man gewöhnlich glaubt, die Reibung deſſelben, die wellenförmige Bewegung vermindert, und ſie endlich zur Ruhe bringt. Dieß nähmliche findet auch bey den Meereswellen Statt, die aber nur ſehr unregel-

regelmäßig erfolgen, weil die Kraft, der Wind, wodurch ſie verurſacht werden, auf eine ſehr unregelmäßige Art auf das Meerwaſſer wirkt.

Newton *) hat die Theorie der wellenförmigen Bewegung zuerſt auf richtige Grundſätze zurückzuführen geſucht. Er beweiſet, daß die Zeit, um welche die Breite df einer Welle fortſchreitet, ziemlich mit der Schwingungszeit des einfachen Pendels von der Länge df übereinſtimmt. Er hatte nähmlich zuvor den Lehrſatz bewieſen, daß die Schwingungen der Waſſerflächen in communicirenden Röhren ziemlich genau mit den Schwingungen eines Pendels übereinkommen, welches die halbe Länge der in beyden Röhren und dem Communicationsgefäße zuſammen enthaltenen Waſſerſäule hat. Wenn alſo das Waſſer in de als eine ſolche Säule angenommen wird, deren beyde Enden durch Schwingungen ſteigen und fallen, ſo wird ein Pendel von der Länge $\frac{1}{2}$ de einen halben Schwung machen, indem ſich das Waſſer von d bis e erhebt, und einen zweyten, indem es von e bis f fällt; alsdann hat ſich aber die ganze Welle um ihre Breite df fortbewegt, und dieß in der Zeit, in welcher ein 4 Mahl ſo langes Pendel, deſſen Schwünge von einer doppelt ſo langen Dauer ſind, einen halben Schwung gemacht hätte. M. ſ. Pendel. Dieſe Pendellänge wäre alſo $4 \cdot \frac{1}{2}$ de $=$ 2de, d. i., faſt df oder beynahe der Breite der Welle gleich.

Daraus folgert nun Newton, daß eine Welle von der Breite $3\frac{1}{18}$ Pariſer Fuß $=$ der Länge eines Sekundenpendels, einen eben ſo langen Weg in einer Sekunde, mithin $183\frac{1}{3}$ Fuß in einer Minute und 11000 Fuß in einer Stunde zurücklege, und daß ſich die Geſchwindigkeiten verſchiedener Wellen, wie die Quadratwurzeln aus ihren Breiten verhalten. Dieß alles könne aber nur beynahe zutreffen, weil hier das Schwingen nicht, wie in aufrecht ſtehenden Röhren ſenkrecht, ſondern in Bogen de erfolge.

Wenn die Wellenkreiſe gegen ein feſtſtehendes lothrechtes Hinderniß anſchlagen, ſo werden ſie zurückgeworfen, und breiten

*) Princip. Lib. II. ſect. VIII. prop. 44. 45.

ten ſich nach der entgegengeſetzten Richtung ſo aus, daß ſie Kreiſe um einen Punkt beſchreiben, welcher in der ſenkrechten Linie ſo weit hinter der Ebene des Hinderniſſes liegt, als der Mittelpunkt der anſchlagenden Welle vor dieſer Ebene lag. Wenn aber das Hinderniß gegen den Horizont ſchief ſteht, ſo wird die Bewegung der Welle durch's Anſchwellen des Waſſers ſo geſtört, daß ſelten eine zurückgeworfen wird, wie dieß gewöhnlich an den Ufern der Flüſſe Statt hat.

Wenn ſich in dem Hinderniſſe eine Oeffnung befindet, ſo geht ein Theil der Welle geradlinig hindurch, und die Bewegung fängt an, hier neue Wellen zu bilden, welche ſich um die Oeffnung als ihren Mittelpunkt in Halbkreiſen verbreiten. Hat die Oeffnung eine beträchtliche Größe, ſo gehen die Wellen in der Mitte ungeſtört hindurch, und nur um die Ränder bilden ſich neue kleinere Kreiſe. Mehrere Wellen, welche ſich in verſchiedenen Richtungen begegnen, ſtören einander nicht; denn eine jede Welle, was ſie auch für eine Geſtalt hat, kann doch allemahl noch diejenigen Erhöhungen und Vertiefungen annehmen, welche die Fortpflanzung der andern Welle erfordert. Unregelmäßige und gewaltſame Wellen aber machen hiervon eine Ausnahme. Uebrigens hängt die kreisförmige Geſtalt der Wellen in Flüſſigkeiten bloß von der Natur der flüſſigen Materie ab; daher kann ein Körper im Waſſer geradlinig ſchwingen, und doch entſtehen kreisförmige Wellen.

In luftförmigen Stoffen oder auch in andern beträchtlich elaſtiſchen Mitteln entſtehen auf eine ähnliche Art abwechſelnde Verdichtungen und Verdünnungen, welche ſich um die gereizte Stelle herum durch concentriſche Kugelflächen verbreiten. Auf dieſe Art geſchieht die Fortpflanzung des Schalles in der Luft. M. ſ. **Schall**. Auch haben ſich einige Phyſiker die Bewegung des Lichts und der Wärme auf dieſe Art vorgeſtellt. M. ſ. **Vibrationsſyſtem**.

M. ſ. s'*Graveſande* phyſ. elem. mat. Lugd. Bat. 1725. 4. To. I. L. II. c. 10. de motu vndarum.

Welt

Welt (mundus, monde). Dieſer Ausdruck, welcher eigentlich alles Erſchaffene in ſich begreift, wird in der Naturlehre, die ſich beſonders mit der Unterſuchung des Materiellen beſchäftigt, dem Inbegriffe aller körperlichen Dinge, der materiellen Welt, der Körperwelt, beygelegt.

Alle materielle Stoffe, welche unſerer Erde zugehören, und die Erdkugel ſelbſt, unterſcheiden wir mit Recht von der übrigen materiellen Welt, und theilen ſo die Welt in Erde und Himmel ein. Bey näherer Betrachtung des Himmels erkennen wir mit unläugbarer Wahrheit eine Menge in unmeßbaren Abſtänden von einander über einander gehäufte Körper, die Himmelskörper, Weltkörper (corpora coeleſtia, corps céleſtes), zu welchen die Erde ſelbſt wieder gehört. Alle dieſe Körper haben eine bewundernswürdige Lage gegen einander, und machen in ihrer Verbindung das Weltgebäude aus.

Auch verſteht man wohl zuweilen unter dem Ausdrucke, Welt, bloß unſere Erde, wie in den Worten, Weltmeer, Welttheile; zuweilen begreift man darunter ein Syſtem mehrerer Weltkörper, welche zuſammen in einer beſondern Verbindung ſtehen, z. B. unſer Sonnenſyſtem, Planetenſyſtem. In dieſem Sinne ſpricht man von Mehrheit der Welten, und verſteht darunter die Mehrheit ſolcher Körper, wie unſere Erde, oder auch ſolcher Syſteme, wie unſer Sonnenſyſtem. M. ſ. Weltgebäude, Weltſyſtem.

Weltachſe (axis mundi, axe du monde), heißt die gerade Linie von einem Weltpole zum andern, welche bey der ſcheinbaren Bewegung des Himmels ganz unbewegt zu ſeyn ſcheint. Einem jeden Beobachter unſerer Erde, der ſich in der Mitte der Himmelskugel zu befinden glaubt, ſcheint ſie durch ſein Auge zu gehen; wenn man aber die Erde im Verhältniſſe des ganzen Weltgebäudes als unendlich klein betrachtet, ſo trifft dieſe Achſe den Mittelpunkt der Erde, und iſt nun nichts anders, als die bis an die ſcheinbare Himmelskugel verlängerte Erdachſe. Sie iſt die Achſe des Aequators, und aller mit ihm parallel laufenden Tagekreiſe, Wende-

kreiſe, Polarkreiſe; ihr Winkel, welchen ſie mit dem Horizonte eines jeden Orts macht, wird durch die Polhöhe des Orts gemeſſen.

Weltgebäude, Weltbau, Weltall, Univerſum (mundus vniuerſus, ſyſtema mundi ſ. coſmicum, fabrica mundi, monde, l'Univers). Hierunter verſteht man den Inbegriff aller Weltkörper, in Anſehung ihrer Verbindung und Ordnung unter einander. Alle Gedanken, welche ſich hierüber anführen laſſen, bleiben zwar bloße Muthmaßungen; allein was unſer Sonnenſyſtem, einen zwar kleinen Theil des Weltgebäudes, betrifft, ſo beſitzen wir doch hiervon ſolche Kenntniſſe, welche in Sachen dieſer Art als mathematiſche Wahrheiten angeſehen werden können. M. ſ. **Weltſyſtem**. Schon die älteſten Philoſophen behaupteten, daß die am Himmel glänzenden Sterne eine Mehrheit der Welten anzeige, ob ſie gleich bey weiten noch nicht die erhabenen und höchſt wahrſcheinlichen Vorſtellungen davon hatten, als man durch die außerordentlichen Fortſchritte in der Aſtronomie erlangt hat. Viele dergleichen Behauptungen finden ſich beym **Plutarch** [α]). **Philolaus, Nicetas** und **Heraklides**, Männer aus der pythagoräiſchen Schule, lehrten, daß jedes Geſtirn eine Welt ſey, und in dem epikureiſchen Syſteme wurde der Satz von der Unzählbarkeit der Welten mit vielem Eifer vertheidigt [β]). **Metrodor** von Epheſus behauptete, es ſey eben ſo ungereimt, in dem unendlichen Raume nur eine einzige Welt anzunehmen, als in einem unermeßlichen Gefilde nur eine einzige Aehre aufzuſuchen. Auch **Xenophanes, Zeno von Elea, Anaximenes** und **Anaximander** lehrten die Vielheit der Welten, oder nahmen Bewohner der Geſtirne an. **Fabricius** [γ]) hat die Meinungen der Alten hierüber umſtändlich geſammelt. Da indeſſen das wahre Planetenſyſtem noch nicht ſo allgemein und zuverläſſig, als jetzt, bekannt war, ſo ſcheinen die Mehrheiten

α) De placitis philoſophor. Lib. I. cap. 5. L. II. c. 13. 30.
β) *Lucret.* de rer. nat. L. II. v. 1086.
γ) Bibliotheca graeca. Tom. I. cap. 20.

heiten der Welten nach dem Sinne der Alten eher einzelne bewohnte Kugeln, als die jeƷt allgemein behauptete Mehrheit von Planetenſyſtemen, anzuzeigen.

Nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften iſt vorzüglich die Meinung des Jordan Brunus über die Mehrheit der Welten merkwürdig. Er behauptete nähmlich ein unendliches Weltall und unzählige Welten. Alle Sterne ſind entweder Sonnen oder Erden; die Fixſterne rechnet er zu den Sonnen, welche ihr eigenes Licht ausbreiten, die übrigen Sterne aber, welche ihr Licht anders woher erhalten, zu den Erden; es mögen dieſe entweder von uns geſehen werden können, oder nicht. Eine jede Sonne beſitzt ihre eigene Erden als Begleiter, und daraus entſtehen einzelne Sonnenſyſteme. Es iſt daher die Anzahl dieſer Syſteme unendlich. Die Erden ſind dem Monde ähnliche Körper, und werden aus ihren verſchiedenen Lichtgeſtalten erkannt. Eine jede Sonne iſt mit einem ſehr großen ätheriſchen Raume umgeben, worin ſich die Erde um die Sonne wälzen. Auf ſolche Art bewegt ſich in unſerm Sonnenſyſteme unſere Erde und die übrigen Planeten um die Sonne in dem ätheriſchen Raume derſelben. Auch ſind nach ihm die Kometen den Planeten ähnliche Körper. Uebrigens nimmt er mit den Alten eine Weltſeele an, welche Alles in Thätigkeit verſetze, und der Grund von der runden Geſtalt der Himmelskörper und derſelben Bewegung iſt *).

Noch mehr erweiterte die Begriffe von dem Umfange des Weltalls und von den Größen und Abſtänden der Fixſterne das copernicaniſche Syſtem. Dagegen war der ſonſt ſcharfſinnige Kepler von einer ſolchen erhabenen Vorſtellung noch weit entfernt. Dieſer glaubte, daß es im Weltraume Verhältniſſe gebe, die ſich auf die regulären Körper der Geometrie bezögen. Zu einer ſolchen Idee verleitete ihn das alte Vorurtheil, daß ſich unſere Sonne als Hauptkörper unſers Weltalls vor allen andern auszeichne. Er unterſchied alſo die Sonne von den andern Fixſternen, und umgab unſer Syſtem

*) De innumerabilibus, immenſo et infigurabili. Frft. 1591. 8.

ſtem mit einem weiten leeren Raume, jenſeit deſſen erſt der dicht beſetzte Firſternhimmel ſeinen Anfang nehme. Huygens α) aber erhob ſich viel weiter. Es geht zwar der größte Theil ſeiner Betrachtungen nur die Bewohnbarkeit der Planeten an; am Schluſſe derſelben widerlegt er aber Keplern, und zeigt, daß uns nichts hindere, jeden Firſtern eben ſo gut, wie unſere Sonne mit bewohnten Planeten umgeben zu gedenken, woraus eine über Alles erhabene Vorſtellung von der Pracht und Größe des Weltgebäudes entſpringe. Vorzüglich aber hat von Fontenelle β) dieſen Gegenſtand mit einer ihm eigenthümlichen Anmuth der Einkleidung und Lebhaftigkeit der Schreibart vorgetragen. Herr Bode γ) hat dieſer leſenswürdigen Schrift, welche mit einer Menge Erklärungen aus dem Syſtem der carteſianiſchen Wirbel durchwebt iſt, durch Berichtigungen und Zuſätze eine ganz andere, dem jetzigen Zuſtande der Wiſſenſchaften angemeſſene Form gegeben, in welcher ſie wieder ins Franzöſiſche überſetzt worden.

Es ſcheint alſo das Weltgebäude aus einer zahlloſen Menge von Sonnenſyſtemen zu beſtehen, von welchen nur dasjenige, was zu unſerer Erde gehört, uns genauer bekannt iſt. Aber auch ſelbſt unter dieſen Syſtemen muß, der Analogie gemäß, noch eine weitere Subordination Statt haben, über deren Beſchaffenheit wir freylich nur ſchwache Muthmaßungen haben können.

Dürften wir alle dieſe Sonnenſyſteme als Kugeln von faſt gleicher Größe vorſtellen, welche ſämmtlich einander berührten, ſo würden ſolche um eine mittlere, z. B. um unſere Sonnenwelt, zunächſt zwölf an der Anzahl liegen können. Eine jede derſelben wäre ein wenig größer, als die mittlere, und der

α) Κοσμοθέωρος ſ. de terris coeleſtibus, earumque ornatu coniecturae Hag. Com. 1698. 4.

β) Entretiens ſur la pluralité des mondes. Paris 1686. 12. 1719. 12. Bernhard von Fontenelle Geſpräche von mehr als einer Welt. Aus d. Franz. von Gottſched. Leipz. 1720. 8.

γ) Bernh. von Fontenelle Dialogen über die Mehrheit der Welten, überſ. mit Anmerk. u. Kupfert. Berl. 1780. 8. 2te Aufl. 1789. 8.

der übrigen müßten dann immer mehr werden, je weiter ſie entfernt wären, ſo daß nun die erſten 12 eine zweyte Lage von mehreren, um dieſe eine dritte von noch mehr Kugeln u. ſ. w. Statt fände. Herr **Käſtner** α) hat hierüber geometriſche Unterſuchungen angeſtellt. Wären nun auch die in der Mitte der Kugeln befindlichen Sonnen alle gleich groß, ſo würden uns die zwölf nächſten als eben ſo viel Sterne der erſten Größe, die der zweyten, dritten Lage u. ſ. als Sterne der folgenden Größen mit immer wachſender Anzahl erſcheinen. In der That zählt man 12 Sterne, die ganz entſchieden zur erſten, über 60, die zur zweyten, über 200, die zur dritten gehören. Allein es iſt leicht zu überſehen, daß ſich dieſe Anwendung nicht weit treiben laſſe, weil die Sterne weder eine gleiche Größe, noch eine ſolche regelmäßige Stellung zeigen, als nach dieſer Anordnung Statt haben müßte.

Thomas Wright β) führt in einem mit ſchönen Abbildungen des Fixſternhimmels begleiteten Werke den Gedanken auf, daß die Fixſterne in ordentlichen Lagen und gleichen Entfernungen ſtünden, und uns nur in unordentlichen zu ſtehen ſchienen, weil wir ſie nicht aus dem gehörigen Orte betrachteten. So ſcheine das Syſtem der Jupitersmonden auf den erſten Anblick unordentlich, und eben ſo müßte einem entfernten Auge unſer ganzes Planetenſyſtem vorkommen, obgleich in beyden die beſte Ordnung herrſche. Hier liege aber die Ordnung in der regelmäßigen Bewegung, welche beym Anblicke darum verloren gehe, weil das Auge die Körper nur in einzelnen Stellen ihrer Bahnen ſehe. Etwas ähnliches kann bey den Fixſternen Statt haben, da man jetzt weiß, daß auch ſie eigene Bewegungen haben, ob ſie gleich **Wright** in dieſer Rückſicht nicht betrachtet. Vielmehr nimmt er an, daß ſich die Reihen der Sterne hauptſächlich durch die Ebene der Milchſtraße erſtrecken, und nach dieſer Richtung ohne Vergleichung häufiger, als nach den übrigen, hinter einander liegen. Auf zwey Platten gibt er eine prächtige Abbil-

α) Diſſ. mathem. et phyſ. Altenb. 1757. 4. n. IX.
β) An original theory of the univerſe. Lond. 1750. 4.

bung dieſer Straße, und berechnet in ſelbiger, indem er ſie 9° breit und in jeden Quadratgrad 1200 Sterne ſetzt, die Anzahl der Weltſyſteme auf 3888000. Auch **Kant** α) hat ähnliche Muthmaßungen über die Lage der Fixſterne angeführt.

Lambert β) hat dieſe Muthmaßungen noch weiter verfolgt. Nach ſeiner Vorſtellung machen alle außerhalb der Milchſtraße liegende zerſtreut erſcheinende Fixſterne zuſammen ein einziges Syſtem aus, zu welchem unſere Sonne ſelbſt mit gehört. In der Ebene der Milchſtraße liegen in unermeßlichen Reihen hinter einander nicht allein einzelne Fixſterne mit ihren Planeten, ſondern ganze dem vorigen gleiche Syſteme, zu deren jedem viele tauſend Sonnen, jede mit ihren Planeten, gehören. Wenn gleich die einzelnen Sonnen ſchon ſehr weit von einander entfernt ſind, ſo ſind doch die Entfernungen zwiſchen dieſen Syſtemen noch bey weiten größer. Eine ſolche für unſere Vorſtellung unbegreifliche Entfernung findet ſich auch zwiſchen unſerm Fixſternſyſtem, welches ſich über den ganzen geſtirnten Himmel verbreitet, und den übrigen, deren vereinigter Glanz uns die Erſcheinung der Milchſtraße verurſacht.

In unſerm Fixſternſyſteme liegt unſere Sonne nebſt unſerer Erde nicht in der Mitte, ſondern der Gegend des Adlers näher, wo uns die Sterne in geringerer Anzahl und zerſtreueter erſcheinen. Die Mitte des Syſtems ſcheint nach dem Orion oder dem großen Hunde hin zu liegen. Dem ganzen Syſteme gibt **Lambert** eine langſame Bewegung um einen Haupt- oder Centralkörper, von welchem er es unentſchieden läßt, ob er eine Sonne oder ein dunkler Körper ſey. Den Sirius dafür anzunehmen, iſt er nicht geneigt, vielmehr könnte man den bekannten Nebelfleck am Schwerdte des Orions dafür halten; die Erfahrung müſſe lehren, ob dieſer Fleck periodiſche Lichtabänderungen nach der Theorie der Phaſen

α) Allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels. Königsb. 1755. 8.

β) Coſmologiſche Briefe über d. Einrichtung d. Weltbaues. Augſb. 1761. 8.

Phaſen zeigen und ſich etwa dadurch als ein dunkler von umlaufenden Sonnen erleuchteter Körper zu erkennen geben werde.

Die Milchſtraße ſelbſt hält Lambert für eine Zuſammenſetzung aus lauter ähnlichen durch eben ſolche Entfernungen getrennter Syſteme. Jedes einzelne Syſtem für ſich würde wie ein blaſſes Wölkchen oder Nebelfleck erſcheinen; alle zuſammen ſchieben ſich in einander und bilden die Zone, welche doch an manchen Stellen unterbrochen, geſpalten, oder in kleine Wölkchen zertheilt ſcheint. Ein jedes dieſer unzähligen Sonnenſyſteme hat ſeinen eigenen Hauptkörper, und vielleicht machen ſie alle zuſammen nur ein einziges Syſtem einer noch höhern Ordnung aus, in deſſen Mittelpunkte ſich wieder ein Hauptkörper von einer noch beträchtlichern ſeinem ungeheuern Gebiete angemeſſenen Größe befindet; vielleicht muß man noch durch mehrere ſolche Ordnungen oder Stufen aufſteigen, ehe man die Gränze dieſer Reihen erreicht, die dem Throne der Allmacht am nächſten iſt u. ſ. f.

Herr Bode *) trägt ſeine Gedanken über die Größe, Bewohnbarkeit und Anordnung der Fixſternwelt, ohne ſich genau an Lambert's Ideen zu binden, auf dieſe Art vor. Ihm ſcheint es, daß ſich alle Fixſterne der Milchſtraße mit uns in ein einziges Syſtem zuſammenziehen, in welchem unſere Sonne die im Artikel, Milchſtraße (Th. III. S. 606.) angegebene Stelle haben, der Sirius aber die Centralſonne ſeyn könnte. Hierbey bemerkt er noch, daß die Nebelflecke, die gemeiniglich in einer länglichen oder elliptiſchen Geſtalt erſcheinen, nichts anders, als von Ferne geſehene Milchſtraßen oder Syſteme von Millionen Sonnen ſeyn mögen, von welchen wir bloß den vereinigten Glanz wahrnehmen, und von denen das Licht erſt nach Millionen Jahrtauſenden zu uns gelangt, die wir alſo mit unſern beſten Fernröhren nie ſehen werden. Endlich kann man noch ſetzen, daß dieß dennoch nur den kleinſten Theil von dem Ganzen ausmachen kann, was der Allmächtige werden hieß. Denn die Gränzen der

*) Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. Abth. III. Abſchn. 4.

Schöpfung werden durch alle unſere Vorſtellungen noch nicht erreicht.

Alle dieſe Muthmaßungen über das Weltgebäude haben beſonders durch die Bemühungen eines Herſchel's *) ungemeine Aufſchlüſſe erhalten. Wenn man ſich die Vorſtellung macht, daß alle Sterne urſprünglich ihre angewieſene Stelle im Weltraume erhielten, und gegen einander gravitirten, ſo mußten die größern benachbarte kleinere näher gegen ſich ziehen, und die vereinte Kraft mußte dieſes Syſtem immer mehr vergrößern. Die Geſtalt dieſer Syſteme mußte nach der Größe des Hauptkörpers und nach der urſprünglichen Lage und Größe der benachbarten Sterne ſehr verſchieden ſeyn, und je reicher ſie an Sternen wurden, deſto anſehnlichere leere Räume mußten zwiſchen ihnen entſtehen. Ueberdieß gibt Herr Herſchel dieſen Sternen, ſo wie den ganzen Syſtemen, Bewegung, um durch die daraus entſtehende Schwungkraft einen Beharrungsſtand zu erhalten, und das Zuſammenſinken der Schöpfung in eine einzige Maſſe zu verhindern. Auf ſolche Art entſtehen mehrere Ordnungen ſolcher Syſteme, und ihre Theorie wird der Lambertſchen ähnlich. Das Auge eines Beobachters, welcher noch weit vom Mittelpunkte eines Syſtems ſich befindet, wird den Rand oder die Gränze desſelben nicht erreichen, entfernte andere Syſteme werden ihm nur in heitern Nächten als blaſſe Wölkchen, und mehrere nach einer Fläche ausgebreitete Syſteme, welche zuſammen wieder ein Syſtem einer höhern Ordnung bilden, als ein lichter die Sphäre umgebender Gürtel, erſcheinen. Dabey kann gleichwohl das Geſicht noch ſo begränzt ſeyn, daß man von der Schöpfung, die man ganz zu ſehen glaubt, in der That kaum den tauſendſten Theil ſiehet. Von dieſer Theorie entwirft Herr Herſchel nach ſeinen Beobachtungen eine Zeichnung, welche den unſichtbaren Himmel als ein Syſtem der dritten Ordnung von mehreren Millionen Sternen darſtellt. Nach ſeinem Maßſtabe, wo die Entfernung des Sirius von uns

*) On the conſtruction of the Heavens. Lond. 1785. 4. u. in d. Philoſ. Tranſ. Vol. LXXV.

uns nur $\frac{1}{50}$ Zoll beträgt, ſind alle in den heiterſten Nächten ſichtbare Sterne in einem Umfange von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmeſſer enthalten. Aber in 1000, ja 6 bis 8000fachen Siriusfernen ſchweben mehrere Syſteme, von jenem an Größe und Sternzahl wenig verſchieden; ihre zahlloſen Sonnen, mit Planeten umgeben, biethen überall Flächen zur Wohnung dar, und wo in dieſen unermeßlichen Gefilden Raum iſt, da wallen Weſen, die ſich glücklich fühlen.

Aehnliche Gedanken mit Herrn Bode über die Ordnung und Zuſammenſtellung der Fixſterne trägt auch la Place vor, von welchen ſchon das Nöthigſte unter dem Artikel, Milchſtraße, angeführt iſt.

M. ſ. de la Lande aſtronomiſches Handbuch, a. d. Franz. Leipz. 1775. 8. §. 976 u. f. la Place Darſtellung des Weltſyſtems, a. d. Franz. Th. II. Frankf. a. M. 1797. 8. S. 320 u. f.

Weltgegenden (plagae mundi, plages). Gemeiniglich theilt man an jedem Orte den Horizont in 32 gleiche Theile, ſo daß ein jeder Theil einen Bogen von $\frac{360}{32} = 11\frac{1}{4}°$ faſſet. Ein jeder Theilungspunkt erhält alsdann einen beſondern Nahmen, und alle zuſammen werden Weltgegenden genannt. Wenn alſo eine gewiſſe Erſcheinung in der Natur über einen dieſer Punkte Statt findet, ſo ſagt man, ſie geſchehe nach dieſer oder jener Weltgegend. Weil die Schiffer die Richtung der Winde auf dieſe Art angeben, ſo nennt man dieſe Gegenden bisweilen auch die 32 Winde.

Bey dieſer Eintheilung wird die Mittagslinie des Orts zum Grunde gelegt. M. ſ. Mittagslinie. Wenn (fig. 37.) n w ſ o den Horizont, n ſ die Mittagslinie des Orts c vorſtellt, ſo haben die Schiffer den beyden Punkten n und ſ, in welchen die Mittagslinie den Horizont trifft, den Nahmen Nord und Süd gegeben. M. ſ. Mitternachtspunkt, Mittagspunkt. Wird die Mittagslinie n ſ durch die Linie o w im Mittelpunkte c ſenkrecht durchſchnitten, ſo werden dadurch im Horizonte die beyden andern Punkte w und o beſtimmt, in welchen der Horizont vom Aequator geſchnitten

wird, und welche die Schiffer **Weſt** und **Oſt** genannt haben. M. ſ. **Abendpunkt, Morgenpunkt.** Dieſe vier Punkte n, w, ſ, o werden die **Hauptpunkte, Cardinalpunkte** genannt, und ſie beſtimmen die vier **Hauptgegenden** (plagae cardinales); auch theilen ſie den ganzen Himmel in vier gleiche Quadranten. M. ſ. **Cardinalpunkte, Hauptgegenden, Mitternacht, Abend, Morgen, Mittag.**

Durch Halbirung der Quadranten werden die vier **erſten Nebengegenden** (plagae intermediae, points collatéraux) beſtimmt, wovon eine jede ihren Nahmen aus der Zuſammenſetzung der beyden Hauptgegenden, zwiſchen welchen ſie liegt, ſo erhält, daß die in der Mittagslinie liegende Gegend zuerſt ausgeſprochen wird. So heißen dieſe Gegenden **Nordweſt, Südweſt, Südoſt, Nordoſt.**

Werden dieſe Bogen weiter in zwey gleiche Theile getheilt, ſo entſtehen daraus acht **zweyte Nebengegenden.** Eine jede von dieſen Gegenden erhält ihren Nahmen von dem Nahmen der nebenliegenden Hauptgegend und der erſten Nebengegend. Dieſe Nahmen ſind alſo: **Nord Nord Weſt, Weſt Nord Weſt, Weſt Süd Weſt, Süd Süd Weſt, Süd Süd Oſt, Oſt Süd Oſt, Oſt Nord Oſt, Nord Nord Oſt.** Dieſe 16 Weltgegenden ſtellt die Fig. vor.

Die fernere Halbirung der nunmehr entſtandenen 16 Bogen gibt 16 **dritte Nebengegenden**, wovon jede entweder an einer Hauptgegend oder an einer erſten Nebengegend angränzt, und von dieſer angränzenden Gegend den Nahmen erhält, welcher durch das Wort gen mit der Hauptgegend verbunden wird, nach welcher die zu benennende Gegend von jeder anliegenden abweicht. Die Nahmen ſind alſo: **Nord gen Weſt, Nord Weſt gen Nord, Nord Weſt gen Weſt, Weſt gen Nord, Weſt gen Süd, Süd Weſt gen Weſt, Süd Weſt gen Süd, Süd gen Weſt, Süd gen Oſt, Süd Oſt gen Süd, Süd Oſt gen Oſt, Oſt gen Süd, Oſt gen Nord, Nord Oſt gen Oſt, Nord Oſt gen Nord, Nord gen Oſt.**

Dieſe

Dieſe Eintheilung rührt entweder von holländiſchen oder deutſchen Schiffern her, wie ſchon die Nahmen beweiſen. Jetzt werden ſie aber von allen Europäern gebraucht. Die Nahmen der Griechen und Römer ſind von dieſen angeführten verſchieden, weil ſie den Horizont in 12 oder 24 Theile eintheilten α). Lateiniſche Benennungen für unſere Winde hat Varenius β) vorgeſchlagen.

So bald die Mittagslinie eines Orts beſtimmt iſt, ſo laſſen ſich die Weltgegenden vermittelſt der Windroſe finden, wovon ein eigener Artikel handelt.

Man hat die Frage aufgeworfen, ob wohl die Lage der Weltgegenden an einerley Ort der Erde unverändert bleibe, oder ob die Mittagslinie eines Orts ſtets eine und dieſelbe ſey. Picard γ) fand die Poſitionswinkel verſchiedener Orte mit der Mittagslinie durch Uranienburg ſämmtlich um 18 Minuten anders, als Tycho de Brahe dieſelben faſt hundert Jahr vorher angegeben hatte. Picard vermuthete daher, daß Tycho dieſe Winkel nicht mit der größten Genauigkeit beſtimmt habe, weil ſeine Abſicht bloß auf eine Situationskarte der Inſel Huen gegangen ſey. Indeſſen war der Fehler von 18 Minuten in der Lage der Mittagslinie offenbar, und ſchien zu beträchtlich, als daß man ihn von einem ſo genauen Aſtronomen, als Tycho war, hätte erwarten können. Dieß gab zur Vermuthung Anlaß, daß die Mittagslinie, und mit ihr alle Weltgegenden, an jedem Orte von Zeit zu Zeit ihre Lage ändere.

Allein dieſe Muthmaßung hat ſich nicht beſtätiget. Es hatte zwar Caſſini an dem von Ignaz Dante errichteten Gnomon in der Petroniuskirche zu Bologna bey der erſten Prüfung 1655. die Mittagslinie fehlerhaft gefunden, und daher eine neue gezogen. Im Jahre 1695. aber fand er dieſelbe noch in der nähmlichen Lage, und ſie hat ſich noch in der Mitte des 18ten Jahrhunderts durch Manfredi's zahlreiche

α) S. Riccioli Almag. nov. II. 17.
β) Geographia general. L. I. cap. 20. prop. 4 — 8.
γ) Voyage d'Uranibourg à Paris 1680. Fol.

reiche Beobachtungen α) ganz unverändert richtig gezeigt. Auch bey den ſorgfältigen und lange Zeit fortgeſetzten Beſtimmungen der Mittagslinie der Pariſer Sternwarte hat man nie eine Veränderung wahrgenommen.

Ueber dieß fand **Chazelles** β) die größte egyptiſche Pyramide, welche er 1693. unterſuchte, mit ihren vier Seiten genau nach den vier Hauptgegenden gerichtet. **De la Caille** γ) meldet aus **Chazelles** Handſchriften, daß dieſe Prüfung mit einem Compaſſe geſchehen ſey, deſſen Nadel 4 Zoll lang geweſen, und den er an die Seiten der Pyramide gehalten habe. Dieſe Unterſuchungen geben alſo zu erkennen, daß man gar keine Urſache habe, eine Veränderung der Mittagslinie, mithin auch der Weltgegenden zu behaupten.

Weltkugel ſ. **Himmelskugel, Sphäre.**

Weltpole, Pole des Himmels, Pole des Aequators oder der täglichen Umdrehung (*poli mundi, poli coeleſtes, poli aequatoris, poles du monde, poles de la ſphaere, poles de l'équateur*). Hierunter verſteht man die beyden einander gerade entgegengeſetzten Punkte der Himmelskugel, welche bey der ſcheinbaren Umdrehung derſelben unbewegt zu bleiben ſcheinen, oder die beyden Endpunkte der Weltachſe. Dieſe Punkte werden durch gehörige Verlängerung unſerer Erdachſe an dem Himmel getroffen, und correſpondiren daher mit den Polen der Erde. Sie ſind auch die Pole des Aequators und aller mit ſelbigem parallelen Tagekreiſe.

Dieſe beyden Pole fallen nur unter dem Aequator der Erde oder in der geraden Sphäre in zwey Punkte des Horizonts, die einander diametral entgegengeſetzt ſind; an den übrigen Orten der Erde aber iſt der eine über und der andere unter dem Horizonte. Der in unſern Ländern ſichtbare Pol wird der **Nordpol** genannt, auch der mitternächtliche

α) Comment. Bonon. To. II. ʒ. de gnomone Bononienſi.
β) *Du Hamel* hiſtor. Academ. reg. p. 420. ingl. eloge de M. *Chazelles* in mem. de l'Acad. des ſcienc. 1710.
γ) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. 1761.

liche, oder von dem ihm nahen Sternbilde des Bärs der arktiſche Pol (polus ſeptemtrionalis, borealis arcticus, pole ſeptentrional, boréal); der entgegengeſetzte heißt der Südpol, der mittägliche, antarktiſche Pol (polus meridionalis, auſtralis, antarcticus, pole meridional, auſtral).

Die Stelle des Nordpols läßt ſich mit Hülfe des Polarſterns in ſeiner ungefähren Lage am Himmel finden. Von dieſem ſteht nähmlich der Nordpol etwa gegen 2 Grade ab. Will man die Stelle genau ſuchen, ſo müßte man Polhöhe und Mittagslinie ſuchen, und die Achſe eines Fernrohrs nach dieſen Beſtimmungen richten.

Größte Kreiſe durch die Weltpole gelegt, heißen Abweichungskreiſe, und ſtehen auf dem Aequator ſenkrecht; auf dieſen Kreiſen werden nähmlich die Abweichen der Geſtirne beſtimmt; ſie heißen aber Stundenkreiſe, wenn ſie in der unbeweglichen Himmelskugel betrachtet werden. Zu den erſtern gehören die Koluren, zu dieſen der Mittagskreis, der ſechste Stundenkreis, der durch den Morgen- und Abendpunkt geht.

Die Stellen der Weltpole werden durch die Erdachſe beſtimmt, welche gehörig verlängert dieſe am Himmel treffen. Nun verändert ſich aber die Lage der Erdachſe gegen die Fixſterne theils fortſchreitend (m. ſ. Vorrücken der Nachtgleichen), theils periodiſch (m. ſ. Wanken der Erdachſe); mithin iſt auch die Lage der Pole gegen die Fixſterne veränderlich. Weil aber doch die Weltpole gegen den Horizont eines jeden Orts der Erdfläche beſtändig einerley Lage behalten, ſo betrachtet man ſie in der ſphäriſchen Aſtronomie als unbeweglich, und ſieht jene Veränderungen ſo an, als ob ſie von Bewegungen der Fixſterne oder der Pole und Punkte der Ecliptik herrühreten.

Weltſyſtem, Weltordnung, Sonnenſyſtem, Planetenſyſtem (ſyſtema mundi ſ. cosmicum, ſyſtema ſolare, planetarium, ſyſtème du monde, ſyſtème ſolaire ou planétaire). Hierunter verſteht man eine gewiſſe bekannte

Google

konnte oder vermuthete Ordnung und Zuſammenſtellung mehrerer Weltkörper, nach welcher alle ihre Erſcheinungen erklärt werden. Dergleichen Ordnungen ſind aus unbezweifelten Erfahrungen nie bekannt, und ſind folglich allemahl hypothetiſch. Man ſetzt nähmlich eine gewiſſe Verbindung der Weltkörper in Anſehung einer gewiſſen Anzahl derſelben voraus, und ſucht alsdann hieraus durch Schlüſſe die Geſetze ihrer Bewegungen und aller ihrer Erſcheinungen. Daher ſind eine Menge von Weltordnungen entſtanden, unter welchen beſonders die ptolemäiſche, tychoniſche und copernicaniſche zu bemerken ſind, welche bloß die Verbindung unſerer Erde, der Sonne mit den übrigen Planeten angehen; daher ſie auch den Nahmen der verſchiedenen Sonnen- oder Planetenſyſteme erhalten haben.

Daß wir bey der Betrachtung der Weltkörper durchs Geſicht ſehr vielen Täuſchungen unterworfen ſeyn können, lehren ſchon alltägliche Erſcheinungen. M. ſ. Geſichtsbetrüge. Die Bewegungen, welche wir an verſchiedenen Himmelskörpern wahrnehmen, ſind ſo verwickelt, daß man ſie bey genauerer Unterſuchung nicht für wahr halten kann. Es kommt daher auf eine gewiſſe Hypotheſe an, nach welcher ſie vollkommen einfach erklärt werden, und welche doch dabey das Ganze in die ſimpelſte Harmonie bringt. Man ſieht leicht ein, daß hierzu Jahrhunderte erfordert wurden, ehe man in Beſitz einer ſolchen Hypotheſe ſeyn konnte.

Die vornehmſten Erſcheinungen, welche aus einer ſolchen Hypotheſe genugthuend erklärt werden müſſen, ſind die tägliche Umdrehung der Himmelskugel, der jährliche Umlauf der Sonne, die auf der Schiefe beyder Bewegungen gegen einander beruhende Verſchiedenheit der Tageslängen und Jahreszeiten, nebſt der eigenen Bewegung der Planeten. Bey der letztern nimmt man das Beſondere gewahr, daß Mars, Jupiter, Saturn am geſchwindeſten ſich fortbewegen, wenn ſie bey der Sonne ſind, alsdann langſamer fortrücken, endlich ſtill ſtehen, und, indem ſie der Sonne gerade gegenüber kommen, gar zurückgehen; Venus und Merkur hingegen ſich nie

nie über gewiſſe Gränzen von der Sonne entfernen, an dieſen Gränzen jeder Zeit umkehren, und wieder bey der Sonne vorbey auf ihre andere Seite gehen. Hierzu kommt noch, daß alle Planeten größer ausſehen, wenn ſie zurückgehen, und kleiner, wenn ſie fortſchreitend ſind, wie dieß beſonders bey der Venus und dem Mars ſehr ſtark in die Augen fällt.

Es iſt leicht begreiflich, daß die erſten Beobachter des Himmels mehr beym Scheine ſtehen blieben, und, da ſie ſich nicht für bewogen fühlten, unſere Erde als unbewegt anzunehmen, ſo die übrigen Weltkörper um ſie gehen zu laſſen. Jedoch ſollen die beſondern Erſcheinungen der Venus und des Merkurs nach dem Zeugniſſe des **Makrobius** [α]) ſchon die ältern Egyptier bewogen haben, dieſen beyden Planeten einen Umlauf um die Sonne zuzuſchreiben. Auch mußte die Beobachtung ihrer Bewegung gar bald auf dieſe Vermuthung leiten. Dieſe Weltordnung, nach welcher nur Venus und Merkur um die Sonne ſich bewegen, alle übrige Weltkörper aber um die ruhende Erde gehen läßt, wird die **egyptiſche** genannt. **Vitruv** [β]) und **Martianus Capella** [γ]) erwähnen ihrer ebenfalls, ohne jedoch der Egypter zu gedenken. Wahrſcheinlich hat dieſe Weltordnung die Veranlaſſung zu denjenigen Syſtemen gegeben, nach welchen man alle Planeten um die Erde gehen ließ.

Unter den griechiſchen Weltweiſen kamen ſchon einige viel weiter. Es iſt unbezweifelt gewiß, daß die pythagoräiſche oder italiſche Schule die Bewegung unſerer Erde angenommen hat. **Ariſtoteles** [δ]) ſchreibt dieſe Lehre den Pythagoräern ausdrücklich zu, und beſchuldigt ſie einer großen Menge von Ungereimtheiten. Es ſcheint zwar **Pythagoras** nach dem, was **Plinius** [ε]) und **Cenſorin** [ζ]) von ſeiner Vergleichung der Planetenentfernungen mit den muſikaliſchen Inter-

α) Somn. Scipionis I. 19.
β) De architect. IX. 4.
γ) De nuptiis Philologiae et Mercurii. L. VIII.
δ) De caelo. II. 3.
ε) Hiſtor. natur. II. 22.
ζ) De die natali. cap. 13.

Intervallen anführen, eher die Erde in den Mittelpunkt geſetzt zu haben; allein Montucla meint, er habe die wahre Weltordnung als eine geheimere Lehre unter dem Symbol eines im Mittel der Welt befindlichen Feuers verborgen, bis erſt ſpäter ſein kühner Nachfolger Philolaus gewagt habe, ſie öffentlich zu lehren.

Unter den Alten ſcheint es aber eben ſo viele Meinungen über die Weltordnung, als bey der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften in den neuern Zeiten, gegeben zu haben. Denn von einigen wird bloß angeführt, daß ſie der Erde bloß eine Achſenumdrehung beygelegt, und ſo die tägliche Bewegung erklärt hätten. Dieſe Meinung ſchreibt Plutarch α) dem Heraklides von Pontus, Ekphantus und Seleukus von Erythräa zu. Auch Cicero β) legt dieſe Meinung dem Nicetas von Syrakus bey. Andere hingegen behaupteten zugleich den Umlauf der Erde um die Sonne. Dieß erzählen Diogenes und Plutarch von Philolaus von Crotona, Archytas von Tarent und Tymäus von Lokris. Eben dieß hat auch, wie Archimed im Arenarius anführt, Ariſtarch von Samos beſtimmt vorgetragen, und iſt ſelbſt vom Plato im ſpätern Alter angenommen worden. Plutarch verſichert, es habe dieſer große Weltweiſe bedauert, in ſeinen frühern Schriften der Erde einen ganz unſchicklichen Platz im Mittel des Ganzen angewieſen zu haben. Hierbey beruft er ſich auf das Zeugniß des Theophraſtus, welcher eine jetzt verloren gegangene Geſchichte der Aſtronomie aufgezeichnet hatte. Mit dem Umlauf der Erde um die Sonne iſt aber die Bewegung der übrigen Planeten um dieſelbe in einer ſolchen genauen Verbindung, daß man auch die letztere als eine nothwendige Folge der Lehre der Pythagoräer anſehen muß, wenn gleich hiervon bey den Schriftſtellern nichts erwähnt iſt. Man hält daher das ganze copernicaniſche Syſtem als eine Meinung der italiſchen Schule, welches auch von Jsmael Boul-

α) De placit. philoſoph. III. 13. 17.

β) Quaeſt. Academ. IV. 39.

Boulliałdus unter den Nahmen des Philolaus α) vorgetragen worden iſt.

Der größte Theil der griechiſchen Philoſophen blieb aber doch beym Scheine ſtehen, und vertheidigten die Unbeweglichkeit der Erde. Ariſtoteles β) gibt viele, aber ſehr ſchwache, Gründe für dieſe Lehre an, und beſchuldigt die italiſchen Weltweiſen, daß ſie die Erſcheinungen ihren Hypotheſen anpaßten, ſie aber nicht erklärten. Dieſer Widerſpruch eines ſo allgemein beliebten Mannes hat dem Fortgange der guten Sache ungemein geſchadet, und ſelbſt nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften eine geraume Zeit der wieder geſundenen Wahrheit, jedoch nicht ohne allen Nutzen, die allgemeine Annahme verſpätet. Vermöge einer Stelle des Plutarch γ) müßte ſchon die Behauptung der Bewegung der Erde als ketzeriſch gehalten worden ſeyn. Es ſoll nähmlich Ariſtarch von Samos geſagt haben, der Stoiker Cleanthes verdiene von den Griechen der Irreligion (ἀσεβείας) angeklagt zu werden, weil er die Feſtigkeit der Erde läugne (ὡς κινοῦν κόσμου τὴν ἑστίαν). Weil aber Ariſtarch nach den einſtimmigen Zeugniſſen des Archimedes und anderer, ja nach einigen Stellen des Plutarch ſelbſt, ein ſtarker Vertheidiger der Bewegung der Erde war, ſo verdient wohl dieſe Stelle nicht viel Glaubwürdigkeit. Indeſſen gibt ſie doch ſchon einen Beweis ab, daß die Idee von Verbindung ſolcher Sätze mit der Religion ſchon im Alterthume gefunden werde.

Man ſtellte ſich zu dem Ende vor, die Erde ruhe in der Mitte des Weltalls, und ließ in ſieben Kreiſen den Mond, den Merkur, die Venus, die Sonne, den Mars, den Jupiter und Saturn um ſelbige laufen, und umgab dieß Alles mit der achten Sphäre der Fixſterne. Einige glaubten zwar, daß ſich Merkur und Venus um die Sonne bewege, die meiſten

α) Philolaus, lib. IV. Amſt. 1639. 4. aſtronomia Philolaica, Paris. 1645 Fol.
β) De caelo, lib. I. et II.
γ) De facie in orbe lunae.

ſten aber waren der Meinung, daß ſie in Kreiſen um leere Mittelpunkte ſich bewegten, und ließen dieſe Mittelpunkte zugleich mit um die Erde gehen, wodurch ſich die Erſcheinungen ebenfalls erklären laſſen. Hierbey ward es ſtrittig: ob dieſe beyden Planeten außerhalb oder innerhalb der Sonnenbahn um die Erde lieſen. Zu den Zeiten des Plato nahmen die meiſten das letztere an. Dieſes alte griechiſche Syſtem hat nun der berühmte Claudius Ptolemäus in ſeinem Almageſt vorgetragen, welches er mit vieler Geſchicklichkeit zur Erklärung der Phänomene anwendet, und daher den Nahmen des ptolemäiſchen Syſtems erhalten hat. Das Ganze dieſes Syſtems war zwar ſchon mehrere Jahrhunderte zuvor als herrſchend angenommen, und die Theorie der Sonnenbahn bereits vom Hipparch ausgearbeitet; allein was den Lauf des Mondes und der Planeten betrifft, ſo iſt dieß ganz eigentlich das Werk des Ptolemäus ſelbſt.

Die meiſten Gründe des Ptolemäus für die Hypotheſe, daß die Erde unbewegt im Mittelpunkte ſtehe, ſind von dem Mangel einer Parallaxe an den Fixſternen hergenommen. Den beyden Planeten Venus und Merkur gibt er die Stelle unter der Sonne, um ſie als beſtändige Begleiter derſelben nicht auf einerley Seite mit den übrigen Planeten, die ihr bisweilen entgegengeſetzt ſind, zu bringen. Ueberhaupt beruhet ſeine Meinung von der Bewegung der Planeten ganz darauf, daß derjenige Planet der Erde am nächſten ſeyn müſſe, welcher ſeine kreisförmige Bahn am ſchnellſten durchlaufe, wie dieß offenbar am Monde und an der Sonne erhelle; jener müſſe nähmlich der Erde näher als dieſe ſeyn, weil er die Sonne verfinſtere; auch der Saturn beweiſe dieß, welcher am langſamſten ſich bewege, und wegen ſeines ſchwachen Lichts für den entfernteſten gehalten werden müſſe. Die obern Planeten läßt er in Epicykeln gehen, wie (fig. 38.) efgh, deren Mittelpunkt d ſich in dem eccentriſchen Kreiſe eabg bewegt. Die Erde t ſteht vom Mittelpunkte c um die Eccentricität tc ab, und jenſeit c liegt in gleicher Entfernung der Punkt m, um welchen der Epicykel mit immer

gleicher

gleicher Winkelgeſchwindigkeit umläuft. Während der mittlerern Umlaufszeit wird die Bahn d a b d zurückgelegt; der Epicykel aber wird ſo durchlaufen, daß der Planet bey jeder Zuſammenkunft mit der Sonne in h und bey jeder Oppoſition in f iſt. Daraus ergibt ſich der ſchnelle Lauf bey h, wo ſo wohl der Mittelpunkt d, als auch der Planet ſelbſt, beyde nach e gehen. Der Rückgang nach f, wo der Epicykel ſchneller rückwärts nach g geht, als der Mittelpunkt d vorwärts gegen e rückt; und der zweymahlige Stillſtand zwiſchen e f und f g, deſſen Orte im 12ten Buche des Almageſts geometriſch beſtimmt, und mit den Beobachtungen zuſammenſtimmend gefunden werden. Weil der Mittelpunkt d bey a langſamer, bey b ſchneller fortgeht, ſo erklären ſich hieraus auch die Ungleichheiten der Stillſtände und Rückgänge in den verſchiedenen Theilen der Bahn, wenn man c t = c m ſetzt, wie es die Beobachtungen erfordern.

Für Venus und Merkur folgt der Mittelpunkt d dem Umlaufe der Sonne, und der Epicykel wird in der Zeit zwiſchen zwey auf einerley Seite der Sonne Statt findenden größten Elongationen durchlaufen. Für Merkur und Mond muß noch die Lage der Eccentricität veränderlich genommen, auch für jenen der Mittelpunkt der gleichförmigen Winkelbewegung von d zwiſchen c und t geſetzt, und zur Erklärung der Breiten ein Schwanken des eccentriſchen Kreiſes vorausgeſetzt werden.

Allein bey dem allen läugnet doch Ptolemäus ſelbſt nicht, daß alle dieſe Bewegungen ſehr verwickelt ſind. Doch, ſagt er, die Weltkörper wären noch lange nicht ſo ſchwer zu bewegen, als es uns ſchwer fiele, ihre Bewegungen einzuſehen; das Einfache im Weltbaue habe eine ganz andere Beſchaffenheit, als in den Werken der Menſchen, und man müſſe immer mehr auf die genaue Darſtellung der Erſcheinungen Rückſicht nehmen, als auf andere Abſichten.

Durch welche Mittel aber alle dieſe ſonderbaren Bewegungen bewirkt werden, gibt das Almageſt nicht an. Die Meinung von den in einander ſteckenden durchſichtigen Sphä-

 ren,

ren, welche ſich drehen, und die Planeten mit ſich herumführen ſollen, gehört nicht dem Ptolemäus, ſondern vielmehr dem weit ältern **Eudoxus** zu. Ariſtoteles führt ſie mit Beyfall an; daher die Bücher des 16ten Jahrhunderts voll von ihr ſind. **Eudoxus** gab jedem Planeten vier Sphären, wovon die eine die tägliche Umdrehung, eine die eigene Bewegung, eine die Veränderung der Breite, und noch eine die Stillſtände und Rückgänge bewirkte. Da für Sonne und Mond nur drey Sphären nöthig waren, ſo zählte er deren 26, welche aber nachher von **Kallippus** und **Polemarch** mit Beyſtimmung des Ariſtoteles auf 56 vermehrt wurden. Ob nun gleich das Almageſt von ſolchen Ungereimtheiten frey iſt, ſo läßt ſich doch bey der Vorausſetzung der Unbeweglichkeit der Erde die tägliche Umdrehung der Geſtirne ſchwerlich anders, als durch Einſchließung derſelben in ſolche Sphären erklären. Denn außer dem läßt ſich nichts angeben, was alle Sterne zugleich in parallelen Kreiſen um die Pole zu gehen nöthigte.

Nachdem aber in der Folge die aſtronomiſchen Beobachtungen immer ſorgfältiger angeſtellt wurden, ſo bemerkte man auch, daß dieſes ptolemäiſche Syſtem immer mehr von dem wahren Himmelslaufe abwich, indem man mehrere Ungleichheiten in den Beobachtungen der Himmelskörper wahrnahm. Die Araber, welche das ptolemäiſche Syſtem faſt alle annahmen, waren genöthigt, mancherley hinzuzuſetzen. Man mußte die Sonnen ferner fortrücken laſſen, den Mittelpunkten der eccentriſchen Kreiſe neue Bewegungen geben, oder auch neue Epicykel über die vorigen ſetzen.

Bey allen dieſen Mängeln vertheidigten doch noch die Scholaſtiker nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften das ptolemäiſche Syſtem mit dem größten Eifer. Die Ueberredung von der Unbeweglichkeit der Erde, welche der ſinnliche Schein gewährt, und die beſonders mit einigen Stellen der heiligen Schrift übrein zu ſtimmen ſchien, und die abgöttiſche Verehrung des Ariſtoteles waren die Stützen, auf welchen

welchen dieß Syſtem bis zur Mitte des 16ten Jahrhunderts unerſchüttert ruhete.

Um dieſe Zeit hatte Copernicus ſein Syſtem vollendet, und das ptolemäiſche beſtritten, wovon weiter unten geredet werden ſoll. Copernicus war zu Thorn den 19. Febr. im Jahre 1473 geboren. Durch den Ruf, welchen ſich Regiomontan in der Aſtronomie erworben hatte, ward er aufgemuntert, ſelbige ebenfalls zu ſtudieren, welche er in Krakau, und vorzüglich in Italien unter dem Dominikus Maria von Ferrara erlernte. In Rom hatte er einige Zeit als Profeſſor die Mathematik gelehrt, als ihm ſeiner Mutter Bruder, damahliger Biſchof von Ermeland, ein Canonicat im Domſtifte Frauenburg verſchaffte, wodurch er Muße erhielt, ſich ganz der Sternkunde zu widmen.

Hier fielen ihm nun die Mängel der ptolemäiſchen Weltordnung lebhaft in die Augen. Die ſehr verwickelten Hypotheſen des Ptolemäus, die unglaublichen Bewegungen der Himmelskörper, welche der natürlichen Einfachheit des Ganzen ganz entgegen waren, und das Ungeheure in der Vorſtellung, daß ſich der täglichen Umdrehung wegen der unendlich große Raum ſo ſchnell herum bewegen ſollte; Alles dieß ſtimmte mit der natürlichen Vorſtellung, daß eine ſolche Anordnung das richtige Werk der einfachen Natur darſtellen ſollte, ſchlechterdings nicht überein. Durch die Schriften einiger Weltweiſen aus der pythagoräiſchen Schule ſoll nun Copernicus auf ſeine Vorſtellungen von der Einrichtung des Sonnenſyſtems gekommen ſeyn. Die Idee, daß die tägliche Umdrehung des Himmels bloß ſcheinbar ſey, und bloß durch die Umdrehung der Erde um ihre Achſe bewirkt werde, fand bey ihm wegen der Einfachheit unwiderſtehlichen Eingang, ob er gleich anfänglich ſich noch nicht getrauete, auch den jährlichen Lauf der Sonne für ſcheinbar zu halten. Da er aber nachher beym Martianus Capella fand, daß man ſchon im Alterthum Merkur und Venus ſich habe um die Sonne bewegen laſſen, ſo ſchien ihm dieß ein ganz neues Licht über die Anordnung des Ganzen zu geben. Er kam

daher bald auf den Gedanken, daß auch die übrigen Planeten in Bahnen um die Sonne liefen, und fand mit vielem Vergnügen, daß auf ſolche Art die Stillſtände, Rückgänge und verſchiedene ſcheinbare Größen ohne Epicykel ſich ſehr einfach erklären ließen. Da ihm nun Alles dieß mit der Natur ſo harmoniſch zuſammen zu ſtimmen ſchien, ſo glaubte er endlich auch, daß ſelbſt die Erde viel eher um einen ſo ungeheuren großen Körper, als die Sonne iſt, umlaufen müſſe, als daß das Gegentheil Statt finden könnte. In dieſer Anordnung fand er mit Bewunderung die Einfachheit des Ganzen, und ob er gleich überzeugt war, daß ſich die Erſcheinungen auch durch den Umlauf der Sonne erklären ließen, wenn dieſe als Mittel die Bahnen der andern Planeten mit ſich herumführte, ſo ſchien ihm doch dieß die ſchöne Ordnung des Ganzen zu ſtören, in welchem nun alle kleinere Körper um den größern liefen, und nur der Mond der einzige Begleiter der Erde blieb. Er überzeugte ſich hiervon ſchon um das Jahr 1507. Eine lange Reihe von Beobachtungen endlich, und eine Prüfung ſeines Syſtems in allen beſondern Umſtänden, gaben ſeiner Ueberzeugung eine unerſchütterliche Feſtigkeit.

Auf dieſe Art brachte er endlich ſein Werk *) um 1530. zur Vollendung, ob er gleich die Bekanntmachung desſelben noch eine geraume Zeit aufſchob. Indeſſen waren ſeine ſchönen Gedanken bekannter geworden, und der Cardinal von Schomberg, Biſchof von Padua, bath ihn 1536. um die Mittheilung derſelben: Georg Joachim, insgemein Rhäticus genannt, gab die Profeſſur der Mathematik zu Wittenberg auf, reiſete nach Frauenburg, und erboth ſich, zur Vollendung der Sache behülfiich zu ſeyn. Durch dieſen ſendete endlich Copernicus ſein Werk nach Deutſchland, wo es zu Nürnberg 1540. in Fol. mit einer Zueignungsſchrift an den Papſt Paul III. gedruckt wurde. In dieſer ſtellt er die Sache bloß als Hypotheſe auf, welche die Erſcheinungen erkläre und den Weltbau in eine faßlichere Ordnung bringe; aber

*) De orbium caeleſtium revolutionibus. Libri IV.

aber ſein Werk ſelbſt lehrt, daß er dieſe Weltordnung für die einzige wahre und mögliche bekannt habe. Copernicus ſtarb aber am 24. May 1543. plötzlich an einem Blutſturze, noch ehe ſein Werk die Preſſe ganz verlaſſen hatte *).

Nach dieſer Weltordnung des Copernicus wird die Sonne ins Mittel geſtellt, und Merkur, Venus, die Erde, Mars, Jupiter und Saturn laufen in eccentriſchen Kreiſen um ſie herum, deren Halbmeſſer der Ordnung nach faſt, wie die Zahlen 4, 7, 10, 15, 52, 95 wachſen müſſen. Alle dieſe Bahnen werden nach einerley Richtung, die kleinere in kürzern, und die größern in längern Zeiten durchlaufen. Die Erde, welche des Jahrs einmahl um die Sonne läuft, dreht ſich zugleich um eine ſich immer parallel bleibende Achſe, welche mit jeder auf die Ebene der Bahn lothrechten Linie einen Winkel von $23\frac{1}{2}°$ macht. In ihrem Laufe wird ſie vom Monde begleitet, der um ſie monathlich einen Kreis nach der nähmlichen Richtung beſchreibt, deſſen Halbmeſſer im Verhältniſſe mit den obigen Zahlen etwa $\frac{1}{40}$ betragen würde. Auch fallen alle dieſe Bahnen nicht vollkommen in einerley Ebene, obgleich die Winkel, um welche ſie gegen einander geneigt ſind, nur wenige Grade betragen.

Die Schrift des Copernicus erhielt anfänglich nur von einigen wenigen Aſtronomen Beyfall. Die Urſache hiervon liegt beynahe allein in den damahligen abergläubiſchen Zeiten, indem man Alles für ketzeriſch hielt, was den Sätzen des Ariſtoteles entgegen war. Rhäticus beſorgte zu Baſel eine neue Ausgabe (1566. Fol.) von des Copernicus Schrift, Erasmus Reinhold, Profeſſor zu Wittenberg, berechnete nach dem Syſtem und den Beobachtungen des Copernicus neue Tafeln β), Chriſtoph Rothmann verbeſſerte in ſeiner Aſtronomie die ptolemäiſchen Hypotheſen nach dieſem Syſteme, und Mäſtlin ſoll durch eine in Italien gehaltene

*) G. Ge. *Rhetici* narratio de libris revolut. caeleſt. Copernici. Gedani 1546. 4.

β) Tabulae Prutericae caeleſtium motuum. Witteb. 1551. 4.

Rede ſelbſt den Galiläi zuerſt zum Copernicaner gemacht haben, obgleich Mäſtlin in ſeinem Lehrbuche bloß das ptolemäiſche Syſtem vorträgt. Dieſe wenigen waren es, welche im 16ten Jahrhunderte das copernicaniſche Syſtem eines Beyfalls würdig hielten.

Inzwiſchen hatte doch das Syſtem des Copernicus ſo viel bewirkt, daß man die Mängel der ptolemäiſchen Weltordnung nicht verkennen konnte. Man war daher bemühet, andere Syſteme zu erdenken, an welchen die damahlige Zeit ſehr fruchtbar war. Unter dieſe gehört nun außer den vom Fracaſtori, Raimund Urſus u. a. auch die Hypotheſe des Tycho de Brahe. Dieſer große ausübende Aſtronom ſuchte einen Mittelweg zwiſchen dem alten und neuen Syſtem, indem er aus dieſem ſo viel als möglich war annahm, ohne jedoch dem Ariſtoteles und der damahligen Schriftauslegung zu widerſprechen. Sein Syſtem weicht daher in vielen Stücken von dem ptolemäiſchen Syſteme ab, und iſt als ein eigenes von ihm ausgedachtes Syſtem anzuſehen *). Nach ſeiner Meinung iſt die Erde im Mittelpunkte des Fixſternhimmels, um welche ſich zunächſt der Mond bewegt, in einer größern Entfernung folgt die Sonne, und um dieſe bewegen ſich in immer größern Kreiſen die Planeten. Auf dieſe Art liefe die Sonne, von ihren fünf Planeten begleitet, täglich einmahl um die Erde, und die Planeten um die Sonne. Außer dem beſchreibt die Sonne jährlich nach Süden und Norden Schraubengänge, deren Gränzen die Wendecirkel ſind, und verurſacht dadurch die verſchiedenen Jahrszeiten.

Unter den Alten ſollen ſchon einige nicht allein Venus und Merkur, ſondern auch alle übrige Planeten, um die Sonne geführt haben, wohin das gehört, was Ptolemäus von Apollonius von Pergam. angeführt hat: er habe die Stillſtände und Rückgänge aus einem Umlaufe des Mittelpunktes der Hauptbahn erklärt. Denn eine ſolche Erklärung nöthigt

*) De mundi aetherei recentioribus phaenomenis liber ſecund. 1588. 4. und nachh. Pragae 1603.

nöthigt anzunehmen, daß der Mittelpunkt der Bahnen in der Sonne ſich befinde. Indeſſen hat Tycho de Brahe die Vorſtellung des Umlaufs um die Sonne nicht von den Alten, ſondern von dem Copernicus ſelbſt angenommen. In einer andern Schrift *) geſteht Tycho, daß ſich der Planetenlauf aus der bloßen Bewegung der Erde leichter und kürzer, als aus den Epicykeln des Ptolemäus, erklären laſſe, daß Copernicus viele Thorheiten und widerſprechende Sätze verbeſſert habe, und daß ſein Syſtem weit genauer mit dem Himmel zuſammenſtimme. Er fügt nur noch hinzu, daß das Zeugniß der heiligen Schrift ein unüberwindliches Hinderniß gegen dieſe Weltordnung ſey, und dieß iſt auch der vornehmſte Grund, womit er dieſelbe in ſeinen Briefen an Rothmann beſtreitet. Sonſt iſt Tycho's Syſtem völlig das copernicaniſche, wenn man aus dem letztern die Bewegung der Erde wegnimmt.

Doch wollte aber Tycho den Schein nicht haben, als ob ſeine Hypotheſe eine bloße Abänderung der copernicaniſchen ſey. Er erzählt vielmehr, ſeine genauen Beobachtungen der Parallaxe des Mars hätten ihm 1582. gezeigt, daß uns dieſer Planet in der Oppoſition weit näher ſtehe, als die Sonne — ein Umſtand, welcher mit dem ptolemäiſchen Syſteme nicht zuſammenſtimme; da er alſo weder dieß, noch das copernicaniſche annehmen könne, ſo bleibe ihm nichts übrig, als den Mars, und ſo auch die übrigen Planeten um die Sonne, dieſe aber um die Erde zu führen.

Tycho's Syſtem erklärt zwar alle Erſcheinungen allein durch ſehr unnatürliche und verwickelte Bewegungen. Es iſt unbegreiflich, durch welche Naturkräfte die Bewegung der Sonne und der Planeten in Schraubengängen hervorgebracht werde. Weil die Entfernungen der Himmelskörper von der Erde veränderlich ſind, ſo müßten die Schraubengänge bald enger, bald weiter werden; auch dürfen ſie nie über die Wendekreiſe hinausgehen, ſondern die Körper müſſen ſich, ſo bald

*) Aſtronomiae inſtauratae progymnaſmata. Uranib. et Pragae 1602. 4. p. 661.

ſie eine Gränze erreicht haben, in neuen Schraubengängen zurückwinden. Niemand hat es gewagt, dieſe Gänge ſelbſt zu betrachten.

Inzwiſchen wurde Tycho's Syſtem mit ſehr großem Beyfall aufgenommen, und bewirkte wenigſtens ſo viel, daß die alte Weltordnung gänzlich verdrängt wurde. Seit dieſer Zeit theilten ſich die Aſtronomen nur in Copernicaner und Tychoniker. Zu den Tychonikern gehören vorzüglich Chriſt. Sever. Longomontan, Joh. Bapt. Riccioli, Ant. Maria de Rheita, Joh. Bapt. Morin, Franc. Mill. Dechales u. a. mehr. Indeſſen ging doch Longomontan, ein berühmter Schüler des Tycho, von ſeinem Lehrer darin ab *), daß er die tägliche Bewegung der Sterne für ſcheinbar hielt, und ſie vielmehr von der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Achſe ableitete; denn es war ihm unbegreiflich, zu gedenken, daß der ganze Weltbau eine ſo ſchnelle Rotation beſitzen könne, deren Umſchwung Sterne und Planeten zerſtreuen müſſe, wofern man nicht feſte Sphären annehmen, oder den Sternen mit den Alten geiſtige Weſen zuordnen wolle. Bey dieſer Meinung, welcher auch noch andere zugethan ſind, werden die Schraubengänge der Planeten vermieden und die Schwierigkeiten vermindert; wer aber einmahl die Umdrehung der Erde um ihre Achſe zugegeben hat, dem werden wenige Gründe noch übrig bleiben, auch an der Umdrehung der Erde um die Sonne zu zweifeln.

Erſt zu Anfange des ſiebenzehnten Jahrhunderts trat der glücklichere Zeitpunkt für das copernicaniſche Syſtem ein. Durch das neu erfundene Fernrohr hatte Galiläi das Vergnügen, das Ab- und Zunehmen der Venus und des Merkurs, und vier Jupitersmonde, welche er dem Mediceiſchen Hauſe zu Ehren, die Mediceiſchen Planeten (medicea ſidera) nannte, zu entdecken. Nun ward es unwiderſprechlich gewiß, daß Venus und Merkur um die Sonne laufen, daß alle Planeten für ſich dunkle Körper ſind, und ihre Erleuchtung von der Sonne erhalten, daß ſich Himmelskörper um

*) Aſtronomia Danica. Amſt. 1622. 4.

um ihre Achſen drehen können, daß unſere Erde ſich mit ihrem Begleiter, dem Monde, in einem völlig gleichen Falle, wie der Jupiter mit ſeinen Trabanten, befinde, und daß die Sonne als der einzige leuchtende Körper ſich vor allen andern im Syſteme auszeichne. Die meiſten dieſer Entdeckungen machte Galiläi im März des Jahres 1610. in einer kleinen zu Venedig gedruckten Schrift: nuncius ſidereus, bekannt. Da dieſe Schrift des Galiläi die Meinung des Copernicus ſo ſehr begünſtigte, und überhaupt das copernicaniſche Syſtem mehrere Vertheidiger in Frankreich, Deutſchland und ſelbſt in Italien fand, ſo fingen die Scholaſtiker an, ſchlechte Waffen gegen ihren neu aufgetretenen Feind zu gebrauchen, indem ſie dasjenige mit Machtſprüchen zu unterdrücken ſuchten, was ſie mit Gründen nicht mehr vertheidigen konnten. Daher wurde die copernicaniſche Weltordnung zu Rom öffentlich verdammt, und Galiläi ſelbſt nach Rom vors Tribunal geladen, welcher ſich genöthigt fand, zu erklären, daß er bey der alten Lehre bleibe. Von dieſer Zeit an war aber Galiläi auf Mittel bedacht, die Wahrheit ſelbſt mit Genehmigung ihrer Gegner zu vertheidigen. In dieſer Abſicht entwarf er eine ſchöne Vertheidigung des copernicaniſchen Syſtems, die er mit öffentlicher Erlaubniß in ſeinen Geſprächen über die Weltordnungen [α]) zum Drucke befördern durfte. Dieſe Schrift, welche in der lateiniſchen Ueberſetzung des Mathias Bernegger [β]) allgemein geleſen wurde, macht nebſt einer andern ſchon vorher erſchienenen [γ]) die glorreichſte Vertheidigung der copernicaniſchen Weltordnung aus. Man ſollte ſich in der That wundern, daß Galiläi mit Genehmigung eine ſolche Vertheidigung, welche der Meinung der Scholaſtiker und der Lehre des beliebten Ariſtoteles entgegen war, öffentlich bekannt machen durfte.

Allein

α) Dialogo di *Galileo Galilei* delle due maſſime ſiſteme del mondo Tolemaico et Copernicano in Firenze 1632. 4.

β) Dialogi de ſyſtemate cosmico 1635. Lugd. 1641. 4.

γ) Novantiqua SS patrum et probatorum Theologorum doctrina de ſacrae ſcripturae teſtimoniis in concluſionibus mere naturalibus temere non uſurpandis; ital. et. latin. Auguſt. 1636. 4.

Allein aus der Vorrede dieſer ſeiner Schrift ſcheint zu erhellen, daß ſelbſt im Tribunale zu Rom Männer geweſen ſind, die ebenfalls von der copernicaniſchen Weltordnung überzeugt waren, gleichwohl aber dieſe Meinung öffentlich zu behaupten ſich noch nicht getraueten, und welche vielleicht dieſerwegen mit dem Galiläi viel Nachſicht mögen gehabt haben, wie dieß beſonders aus der milden Strafe, womit ihm nachher das Tribunal belegte, zu erhellen ſcheint. Galiläi ſagt nähmlich in gedachter Vorrede: man ſey auswärts der Meinung geweſen, und habe ſelbſt in verſchiedenen Schriften zu erkennen gegeben, als wäre die öffentliche Verurtheilung der copernicaniſchen Weltordnung das Werk eines Tribunals geweſen, dem die Gründe, welche man dafür angeben könne, gänzlich unbekannt geblieben wären; er wolle vielmehr durch die Bekanntmachung ſeiner Schrift zeigen, daß die Lehrer in Italien eben ſo gut, als die gelehrteſten Ausländer mit dieſen Gründen bekannt wären.

Es iſt leicht zu gedenken, daß ſolche Vertheidigungen des copernicaniſchen Syſtems ſehr viel Aufſehen machten, und die Scholaſtiker zur bittern Galle reitzen mußten, da ſie auf eine wahrheitsliebende Art das Lächerliche der noch allgemein verehrten ariſtoteliſchen Philoſophie ſo offenbar zeigten. Galiläi hatte auch wirklich das Unglück, ſich ſchon im Jahre 1632. zu Rom vor dem Tribunal der Inquiſition ſtellen zu müſſen, wogegen ihn ſein Landesherr und Gönner, der Großherzog von Toſcana, nicht zu ſchützen wagte. Er wurde beynahe ein ganzes Jahr hindurch mit einer leiblichen Gefängnißſtrafe in der Wohnung des franzöſiſchen Geſandten belegt, und mußte ſich am 20. Juni 1633. zu einem förmlichen Widerrufe verſtehen, wovon man die Urkunde nebſt dem Decret beym Riccioli *) findet. Hierauf ward er zur lebenslänglichen Gefängnißſtrafe verurtheilt, welches jedoch im folgenden Jahre in eine Einſchränkung ſeines Aufenthaltes auf dem Florentiniſchen Gebiethe verwandelt wurde, wo er bis

*) Almageſt. nouum. Tom. II. lib. IX. ad fin.

bis an ſeinen 1642. erfolgten Tod auf ſeinem Landgute Arcetri wohnte.

Indeſſen erhoben ſich überall heftige Streitigkeiten. **Morin**[α]), Prof. der Mathem. zu Paris, ſchrieb ſehr heftig gegen den **Copernicus**, welchen aber **Gaſſendi**[β]) in einer Schrift von der mitgetheilten Bewegung vortrefflich vertheidigte. **Morin** ſchrieb zwar wider dieſe Schrift einen kleinen Tractat unter dem Titel: alae telluris fractae; allein **Dechales** zeigte, daß er ſich darin ſehr geirrt, und die wahre Beſchaffenheit der Bewegung nicht richtig gefaßt habe. Auch die Sorbonne wollte das copernicaniſche Syſtem in Inquiſition bringen, ein einſichtsvolles Mitglied aber verhinderte dieß. Ferner trat der Niederländer **Libert. Formond**[γ]) zu Löwen als Gegner des copernicaniſchen Syſtems auf; allein **Phillip Lansberg**[δ]) widerlegte **Formond**, dagegen dieſer ſich wiederum zu vertheidigen ſuchte[ε]). Unter allen Gegnern des copernicaniſchen Syſtems aber verdient **Johann Bapt. Riccioli** die meiſte Achtung. Das copernicaniſche Syſtem vertheidigten vorzüglich **Jsm. Boullialdus**[ζ]), **Daniel Lipſtorp**[η]) und **Johann Wilkins**[θ]).

Unter allen aber hat wohl keiner einen ſo großen Antheil an dem Siege des Copernicaniſchen Syſtems, als **Kepler**, ob er gleich dasſelbe nicht mit Vorſatz vertheidigte. Seine Regeln (m. ſ. **Kepleriſche Regeln**) und alle darauf gebauete

α) Famoſi et antiqui problematis de telluris motu vel quiete hactenus optata ſolutio. Paris. 1631. 4.

β) De motu impreſſo a motore translato. Lugd. Batav. 1649. 4. und in opp. Tom. III. p. 478 ſqq.

γ) Antariſtarchus ſ. liber de orbe terrae immobili, quo decretum a congregatione Cardinalium an. 1616. aduerſ. Copernicanos publicatum defendit. Antverp. 1631. 4.

δ) Commentat. in motum terrae diurnum et annum et in verum mundi aſpectabilis typum. Middelb. 1632. 4.

ε) Antariſtarchi vindex. Antverp. 1634. 4.

ζ) Philolaus. Libri IV. Amſtel. 1634. 4.

η) Copernicus rediuiuus ſ. de vero mundi ſyſtemate liber vnus. Lugd. Batav. 1653. 4.

θ) Copernic defended Lond. 1660. 4. Vertheidigter Copernicus durch Doppelmayr. Leipz. 1713. 4.

baucte Theorien, welche ſich in der Folge ſo ſchön beſtätiget haben. ſetzen dieſe Weltordnung voraus, und können nur in ihr, und in keiner andern, Statt finden. Ja ſie geben erſt dieſem Syſteme ſeine vollkommene Schönheit und Beſtimmtheit, indem ſie an die Stelle der eccentriſchen Kreiſe Ellipſen ſetzen, die Sonne in deren gemeinſchaftlichen Brennpunkt ordnen, und die Bewegungen der Himmelskörper auf die einfachſten und allgemeinen Geſetze zurückbringen. Endlich lehrte Newton dieſe Geſetze als nothwendige Folgen der Centralbewegung und Gravitation kennen. Außerdem haben neuere Entdeckungen, z. B. die abgeplattete Geſtalt der Erde, die verminderte Schwere unter dem Aequator, die Abirrung des Lichts u. ſ. dieß Syſtem ſo allgemein beſtätigt, daß es Unwiſſenheit verrathen würde, es noch beſtreiten zu wollen.

Da alſo das copernicaniſche Syſtem als das einzig richtige anerkannt wird, ſo iſt es nöthig, kürzlich anzuführen, wie die Erſcheinungen hiernach erklärt werden. Was nun zuerſt die tägliche Umdrehung des ganzen Himmels um die Pole betrifft, ſo wird dieſe aus der bloßen Umdrehung der Erde um ihre Achſe von Abend gegen Morgen begreiflich. Es ſey (fig. 39.) a ein Ort auf der Erdfläche, welcher durch die tägliche Umdrehung der Erde um ihre Achſe den Parallelkreis a b beſchreibt; ſo wird die Scheitellinie a z von a durch dieſe Bewegung die Seitenfläche eines Kegels c z d beſchreiben, und der Scheitelpunkt z des Ortes a wird am Himmel den Kreis z d durchlaufen, deſſen Punkte insgeſammt vom Pole p gleichweit entfernt ſind. Da nun die Sterne unbewegt bleiben, ſo muß der Scheitelpunkt nach und nach alle diejenigen Sterne am Himmel treffen, welche in einem vom Pole p um p z abſtehenden Parallelkreiſe liegen.

Wenn nun aber der Beobachter in a durch keinen irdiſchen Gegenſtand von dem Daſeyn einer Bewegung des Bodens belehrt wird, folglich ſich und die Erde ruhend glaubt, und ſein Zenith z ſelbſt für unbeweglich hält, ſo wird er urtheilen, daß ſich die Sterne im Kreiſe z d, von welchen er

einen

einen nach dem andern in z erblickt, nach der entgegengeſetzten Richtung d z durch dieß unbewegte Zenith hindurch ſchieben, oder den Kreis d z beſchreiben; der Beobachter wird alſo die Umdrehung ſeiner ſelbſt und ſeines ganzen Mittagskreiſes durch einen Geſichtsbetrug für einen Durchgang der Sterne durch ſein Zenith z und durch den ganzen unbewegten Mittagskreis p z q d halten. So ſcheint es ihm, als drehe ſich der ganze geſtirnte Himmel um die Weltachſe p q von Morgen gegen Abend, oder nach der Ordnung der Zeichen herum.

Auch der jährliche Umlauf der Sonne in der Ecliptik erklärt ſich nach dem copernicaniſchen Syſtem aus der umlaufenden Bewegung der Erde in einer Bahn, welche in der Ebene der Ecliptik liegt. Da wir durch den bloßen Anblick der Sonne von ihrer Entfernung keine Belehrung erhalten, ſo ſcheint uns ſelbige allemahl an den Gränzen der Himmelskugel zu ſtehen, und ſich dem Punkte der Erdbahn, in welchem wir ſelbſt ſind, gegenüber zu befinden. Da wir nun ſelbſt mit der Erde am Himmel im Kreiſe jährlich aus der Gegend des Widders in die des Stiers, der Zwillinge, des Krebſes u. ſ. herum bewegt werden, ſo ſcheint uns die Sonne nach und nach in die Zeichen der Wage, des Scorpions, des Schützen u. ſ. w. zu kommen. Indem wir nun unſere eigene Bewegung nicht fühlen, und mithin zu ruhen glauben, ſo ſind wir der Meinung, die Sonne ſelbſt bewege ſich an der ſcheinbaren Himmelskugel jährlich ein Mahl um uns herum. Daraus iſt nun auch klar, daß die Ecliptik nichts weiter ſey, als die bis an die Gränzen der Himmelskugel erweiterte Ebene der Erdbahn.

Aus der Schiefe dieſer beyden Bewegungen erklärt nun **Copernicus** auf eine höchſt einfache und vorzüglich ſchöne Art die verſchiedenen Tagelängen, Sonnenhöhen und Jahrszeiten. Man ſetzt hierbey bloß voraus, daß die Umdrehungsachſe der Erde, welche mit der Ebene der Ecliptik einen ſchiefen Winkel macht, ſich immer parallel bleibe. Es ſtelle (fig. 40.) die punktirte Linie der Erdbahn vor, in deren Mitte

die Sonne ſ ſteht. Es ſey nun die Erde um die Zeit des längſten Tages in ♑, ſo wird ihr die Sonne gegen über in ♋, oder im Zeichen des Krebſes, erſcheinen. Hier neigt ſich der Nordpol p gerade der Sonne zu; daraus folgt, daß mn, der Parallelkreis des Ortes m in der nördlichen Hälfte der Erdkugel durch die Linie, welche die der Sonne zu gekehrte oder erleuchtete Halbkugel von der andern dunkeln Hälfte abſondert, in ungleiche Theile abgetheilt wird; daher der Ort m bey der täglichen gleichförmigen Umdrehung der Erde durch mn länger im hellen, als dunkeln Theile verweilet, folglich längere Tage und kürzere Nächte hat. Zugleich geht die Linie nach der Sonne ♑ ſ nahe bey n vorbey, oder der Ort m ſieht die Sonne zu Mittage nahe bey ſeinem Scheitelpunkt, mithin in einer großen Mittagshöhe. Zu gleicher Zeit fallen die Parallelkreiſe der Südländer mehr in die dunkle als erleuchtete Hälfte der Erde, mithin haben dieſe Länder kürzere Tage und längere Nächte.

Wenn nun die Erde bis ♈ fortgeht, wo ſie die Sonne gerade gegenüber in ♎ ſieht, wie um die Herbſtnachtgleiche, ſo fällt nun die vorwärts gekehrte Hälfte des Parallelkreiſes mn genau in den hellen, die zurückgewandte in den dunkeln Theil, und dieß findet bey allen übrigen Parallelkreiſen Statt. Daher haben nun alle Oerter der Erde gleiche Tages- und Nachtlänge.

Geht die Erde nach einem Vierteljahre bis ♋, wo ſie die Sonne gegenüber in ♑ ſieht, wie zur Zeit der Winterſonnenwende, ſo fällt nun vom Parallelkreiſe mn nur ein kleiner Theil in die erleuchtete Hälfte der Erde, und der Ort m hat kürzere Tage und längere Nächte; in den Südländern hingegen findet gerade das Gegentheil Statt. Auch geht jetzt die Linie nach der Sonne ♋ ſ weit bey m vorbey, d. h., der Ort m ſieht im Mittage die Sonne weit von ſeinem Scheitel in einer geringen Mittagshöhe. Wenn endlich die Erde bis zum Zeichen ♎ fortrückt, ſo ſieht man leicht, daß hier alle Oerter, wie in ♈, gleiche Tages- und Nachtlänge haben.

Auf die nähmliche Art werden ſich die Erſcheinungen der übrigen Wechſel auf die einfachſte Art darſtellen laſſen. So ſieht man leicht, daß der Aequator a r in allen möglichen Stellen der Erdbahn zur Hälfte im erleuchteten Theile liegt, folglich allenthalben gleiche Tage und Nächte hat, daß der Nordpol p von ♎ bis ♈ immer im Hellen, von ♈ bis ♎ immer im Dunkeln bleibt, folglich ſein Tag und Nacht ein ganzes halbes Jahr dauern, daß es ſich mit dem Südpole q auf die entgegengeſetzte Art, übrigens eben ſo verhält, und daß die Orte um p und q in der Nähe der Stellen ♋ und z perpetuelle ganze Wochen und Monathe dauernde Tage und Nächte beſitzen.

Copernicus beging bey dieſer ſehr natürlichen und einfachen Erklärung aller eben angeführten Erſcheinungen nur dieſen Fehler, daß er zu Bewirkung der beſtändig parallelen Lage der Achſe p q, außer Umlauf um die Sonne und Umdrehung der Erde um ihre Achſe noch eine dritte Bewegung für nöthig hielt, und der Erde beylegte. Tycho machte dagegen den Einwurf, es ſey hart, der groben Erdmaſſe dreyerley Bewegungen zu geben; allein die vermeinte dritte Bewegung fällt gänzlich hinweg, die ganze Sache iſt viel einfacher, als Copernicus ſich ſelbſt vorſtellte. Die Mechanik des Himmels war damahls noch unbekannt, ſonſt würde Copernicus das Fehlerhafte in der Annahme der dritten Bewegung der Erde ſehr wohl eingeſehen haben. Inzwiſchen iſt es zu bewundern, daß ſelbſt Neuere dieſen Fehler nachgeſchrieben haben. Wolf will dieſe dritte Bewegung durch das Beyſpiel eines Schiffs erläutern, welches um eine Inſel fährt, und deſſen Flagge ſich, wenn ſie immer parallel bleiben ſoll, bey jeder Umfahrt einmahl um ihre Spindel drehen muß. Allein in dieſem übel gewählten Beyſpiele dreht ſich nicht die Flagge, ſondern vielmehr die mit dem Schiffe feſt verbundene Spindel, indem bey der Umfahrt alle Mahl das Vordertheil des Schiffs vorangehen muß, und ſich daher nach und nach gegen alle Weltgegenden kehrt. Bey der Erdkugel gibt es aber kein ſolches Vordertheil,

dertheil, welches ſtets vorangehen müßte. Drehete ſie ſich nicht um ihre Achſe, ſo würde ſie im Himmelsraume fortgehen, wie ein Schiff auf dem Waſſer, das ſein Vordertheil beſtändig gegen Mitternacht kehrt, wobey denn auch die Umdrehung der Flagge an der Spindel wegfallen würde.

In Anſehung des Laufs der Planeten vermeidet zwar Tycho's Syſtem das ſchlechte Hülfsmittel der Epicykel dadurch, daß es die Sonne, als den Mittelpunkt der Bahnen, in einem zweyten Kreiſe um die Erde gehen läßt; allein weit einfacher und natürlicher werden die ungleichen Geſchwindigkeiten, der Stillſtand und Rückgang der Planeten, als optiſche Täuſchung des wirklich bewegten und doch zu ruhen ſcheinenden Beobachters in dem copernicaniſchen Syſtem angeſehen. M. ſ. den Artikel Jupiter (Th. III. S. 23.).

Nimmt man auch darauf Rückſicht, daß die Planetenbahnen nicht in der Ebene der Ecliptik ſelbſt liegen, ſondern dieſelbe unter kleinen Neigungswinkeln in Knotenlinien ſchneiden, ſo laſſen ſich mit hinzugenommener Bewegung der Erde auch die Erſcheinungen der Breiten mit völlig befriedigender Genugthuung erklären.

Weil der Mond ſeinen Umlauf um die Erde ſelbſt macht, ſo kann er auch keine Stillſtände und Rückgänge zeigen, welches auch wirklich ſo erfolgt; es zeigen ſich bloß Ungleichheiten ſeines rechtläufigen Fortganges und Veränderung ſeiner Breite, wovon jene erſt durch die von Kepler und Newton angeführten Gründe richtig erklärt worden ſind, dieſe aber von der Neigung der Mondbahn gegen die Ecliptik herrühren.

Die Einwürfe, die man der copernicaniſchen Weltordnung entgegen geſtellt hat, ſind kürzlich folgende: Die Behauptung der Peripatetiker, daß unſere Erde im Mittelpunkte ruhe, beruhet größten Theils auf die ſchon von Ariſtoteles angeführten und willkürlich angenommenen Gründe, z. B., daß alle Schwere nach dem Mittelpunkte des Ganzen falle, das Leichte ein Beſtreben habe, aufwärts zu gehen, daß alle himmliſche Körper kreisförmige, alle irdiſche geradlinige Bewegungen zeigen, daher die Erde gar keiner Kreisbewegung

fähig ſey. **Copernicus** beantwortete dieſe Sätze freylich noch ſehr unvollkommen, indeſſen zeigt doch ſchon ſeine Beantwortung Spuren der allgemeinen Schwere.

Ptolemäus führt einen Umſtand an, welchen nachher **Tycho** als einen nicht unwichtigen Einwurf gegen das copernicaniſche Syſtem machte, daß wir nähmlich eine ganze Hälfte des Himmels über dem Horizonte ſehen, und von entgegengeſetzten Stellen der Sphäre die eine in eben dem Augenblicke aufgehe, in welchem die andere untergehe, und daß folglich die Erde im Mittelpunkte des Ganzen ſtehen müſſe. Dieſen Einwurf hatte man ſchon dem **Ariſtarch** von Samos gemacht, welcher aber ſehr richtig antwortete, die Erdbahn verhalte ſich zur Entfernung der Fixſterne wie der Mittelpunkt einer Kugel zu ihrem Halbmeſſer *); d. h., die ganze Erdbahn ſey gegen die Entfernung des Fixſterns unendlich klein, oder als ein Punkt zu betrachten. Eben dieß führt auch **Copernicus** in einem eigenen Kapitel gegen den **Ptolemäus** an. Dieſer Einwurf gründet ſich bloß auf einen gänzlichen Mangel aller Parallaxe der Fixſterne, den man nachher unter andere Geſtalten mehrmahls angeführt hat. Die Antwort bleibt aber immer dieſelbe, daß nähmlich die Entfernung der Fixſterne unermeßlich, und dagegen unſere Erdkugel nur als ein Punkt zu betrachten ſey. Dieſe unmeßbare Entfernung der Fixſterne von unſerer Erde macht einen weſentlichen Theil der copernicaniſchen Weltordnung aus. Ohne ſie würde die ſich immer parallel bleibende Weltachſe nicht immer einerley Stelle am Himmel treffen, ſondern jährlich einen kleinen Kreis beſchreiben, welches an den Stellungen der Sterne gegen den Pol bemerkt werden müßte. Es glaubte zwar **Horrebow** wirklich ſo etwas zu finden, und den **Copernicus** dadurch auf eine andere Art zu vertheidigen; genauere Beobachtungen aber widerlegten dieß; indeſſen gab es doch die Veranlaſſung zu einer weit ſiegreichern Beſtätigung des copernicaniſchen Syſtems. M. ſ. **Parallaxe der Erdbahn, Abirrung des Lichtes.**

*) S. *Archimedis* Arenarius, in *Io. Wallisii* opp. Tom. III. p. 514.

Tycho fragt nun zwar, wozu die Verſchwendung ſo ungeheurer Räume dienen ſollte? Allein ohne Zweifel war eine ſolche ungeheure Entfernung darum nöthig, damit die Gravitation der Planeten gegen die Fixſterne unmerklich werde, und die Syſteme einander nicht ſtören ſollten.

Ein anderer Einwurf gegen die Umdrehung der Erde iſt daher genommen, daß man unter frey ſchwebenden, fallenden oder geworfenen Körpern in der Luft kein Fortrücken des Bodens von Abend gegen Morgen bemerke. Eine an der Abendſeite eines Thurms fallen gelaſſene Kugel falle genau an dem Fuße desſelben nieder, da doch indeſſen der Thurm weit gegen Morgen fortgerückt ſeyn müſſe. Tycho, Riccioli u. m. a. haben dergleichen Einwürfe gegen das copernicaniſche Syſtem gemacht.

Allein ſchon Ptolemäus ſelbſt, Galiläi, Kepler antworten hierauf ganz richtig, daß Alles, was der Erde zugehöre, ſich mit derſelben auf gleiche Art bewege, daß mithin die in der Luft ſchwebenden Körper in Rückſicht unſerer Erde als ruhend angeſehen werden müſſen, und daher die Bewegung durch den freyen Fall gerade ſo erfolgen müſſe, als ob die Erde mit Allem, was ſie enthalte, ruhe. Auf ſolche Art werde, ſagt Galiläi, ein Stein von der Spitze des Maſtbaumes eines auf dem Waſſer ſo wohl ruhenden, als im vollen Laufe gehenden Schiffes fallen gelaſſen genau am Fuße desſelben niederfallen u. ſ. f. Gleichwohl hatten noch einige behauptet, daß ſich die Körper auf ſchnell ſegelnden Schiffen ganz anders, als ſonſt, bewegten. Dadurch ward Gaſſendi veranlaßt, Verſuche darüber im Hafen zu Marſeille anzuſtellen, welche aber ganz für die Meinung des Copernicus ausfielen, und in der Schrift de motu impreſſo a motore translato beſchrieben ſind.

Noch andere von Tycho beygebrachte Einwendungen ſind jetzt viel zu unbedeutend, als daß ſie noch angeführt zu werden verdienten.

Riccioli, welcher 77 Gründe der copernicaniſchen Ordnung entgegenſtellet, hält folgenden für den wichtigſten, und

glaubt ſogar, dieſelbe dadurch mit mathematiſcher Evidenz zu widerlegen; bey ruhender Erde nähmlich würden ſich die Räume fallender Körper von jeder Sekunde zur andern wie 1, 3, 5, 7, 9 u. ſ. verhalten; wenn ſich aber die Erde in jeder Sekunde gleich weit drehete, ſo würden dieſe Räume ſich in Diagonalen von Parallelogrammen verwandeln, wovon die horizontalen Seitenlinien einander gleich, die vertikalen aber im Verhältniſſe der Zahlen 1, 3, 5, 7 u. ſ. wären. Nun läßt ſich darthun, daß dieſe Diagonalen ſich ganz anders gegen einander verhalten, und, wenn die Umdrehung ſchnell erfolge, beynahe ſich gleich ſeyn müßten. Mithin müßte die abſolute Bewegung des fallenden Körpers faſt gleichförmig ſeyn, und er müßte eine horizontale Fläche mit gleicher Kraft ſtoßen, ohne Unterſchied, ob er von einer großen oder geringern Höhe herabgefallen wäre. Allein Riccioli hat nicht daran gedacht, daß die Kraft des Stoßes zugleich vom Winkel abhängt, und daher die Diagonalen wieder in die beyden Seiten zerlegt werden müſſen, wovon nur die vertikalen allein die Wirkung des Stoßes ausdrücken. Dieſe vertikalen Seitenlinien ſind aber die Fallräume, welche ſich wie die Zahlen 1, 3, 5, 7, 9 u. ſ. verhalten. Die horizontalen Seitenlinien fallen gänzlich hinweg, weil der fallende Körper mit der Bewegung der Erde gleichförmig fortgeht. Es fällt daher auch dieſer Grund gegen das copernicaniſche Syſtem gänzlich hinweg.

Was endlich die Zeugniſſe der heiligen Schrift betrifft, welche Tycho und Riccioli der Bewegung der Erde ſo ernſtlich entgegenſetzten, ſo ſtehen dieſe Joſua 10, 13. Pſalm 92, 1. Pſalm 103, 5. Pred. Salomon. 1, 5. Jeſaias 34, 8. Richter 5, 20. Drittes Buch Eſra 4, 38. Es ſind aber alle dieſe ſchon hinreichend von Paul Anton Foſcarini *) und Kepler beantwortet worden.

*) Epiſtola circa Pythagoricorum et Copernici opinionem de mobilitate terrae et ſtabilitate ſolis et de noua ſyſtemate ſ. conſtitutione mundi, in qua ſacrae ſcripturae auctoritates aduerſus hanc opinionem adductae conciliantur; ex Ital. in lat. conuerſa 1615. 4.

Dagegen ſind nach Copernicus Entdeckungen gemacht worden welche als direkte Beweiſe von der Richtigkeit ſeines Syſtems dienen. Schon die Einfachheit, womit alle Erſcheinungen ſo ſchön begriffen werden, gibt dieſer Weltordnung das günſtigſte Vorurtheil, indem kein einziges Syſtem weiter da iſt, das die Phänomene ſo einfach, natürlich, begreiflich und mit den Naturgeſetzen ſo übereinſtimmend erklärte, als eben das copernicaniſche.

Was nähmlich die Umdrehung der Erde um ihre Achſe betrifft; ſo erklärt ſich daraus ſo natürlich die Bewegung aller Geſtirne, indem man gar nicht das weit mehr Unbegreiflichere vorausſetzen darf, daß die Sterne ſelbſt in verſchiedenen Parallelkreiſen um die Pole geführt würden. Denn in dem letztern Falle läßt ſich nicht einſehen, wie eine unzählbare Menge von Sternen ſolche eigene Bewegungen beſitzen können, daß ſie in Beziehung eines einzigen Punktes des Weltalls ſo erfolgen, daß die Sterne beſtändig einerley Lage gegen einander behalten könnten. Als fernere Beweiſe für die Umdrehung der Erdkugel um ihre Achſe ſind die durch Fernröhre beobachteten Umdrehungen der Sonne, des Jupiters, Mars, der Venus um ihre Achſen, und die wahrgenommene verminderte Schwere um den Erdäquator, nebſt der abgeplatteten Geſtalt der Erde; denn dieſe Erſcheinungen laſſen die ganz richtigen Folgen zu, daß ſich die Erde um eine Achſe drehen muß. M. ſ. **Erdkugel, Pendel, Schwere, Schwungkraft.**

In Anſehung des Umlaufs der Erde um die Sonne ſpricht zuerſt wieder die große Einfachheit, wodurch die Verbindung der täglichen Bewegung mit dem eigenen jährlichen Gange der Sonne, die Abwechſelungen der Tageslängen und Jahrszeiten, das Stillſtehen und Zurückgehen der Planeten, ihre verſchiedenen Entfernungen und ſcheinbaren Größen u. ſ. f. erklärt werden, ohne die Epicykel der Alten, oder die Schraubengänge des Tycho anzunehmen; Bewegungen, welche ſich ſchwer erklären und begreifen laſſen. Ueber dieß iſt es der Analogie gemäß, daß die Erde als dunkler und kleinerer Körper

Körper eben ſo gut, wie alle übrige Planeten, um die weit größere Sonne geführt, und von ſelbiger erleuchtet werde.

Durch die kepleriſchen Regeln erhielt ferner das copernicaniſche Syſtem eine vorzügliche Stütze. Das Geſetz, daß ſich die Quadratzahlen der Umlaufszeiten wie die Würfel der Entfernungen vom Mittel verhalten, wird in dem copernicaniſchen Syſtem allgemein. Wenn nach dem Syſtem des Tycho die Erde wirklich im Mittel wäre, um welches Sonne und Mond ſich bewegten, ſo würde dieſe Regel nicht zutreffen. Denn alsdann hätte die Sonne eine beynahe 13 Mahl größere Umlaufszeit, als der Mond, ihre Entfernung aber wäre 400 Mahl größer, als die des Mondes. Daher fehlte ſehr viel an der Richtigkeit dieſer Regel, nach welcher hier die Quadratzahl von 13 der Cubikzahl von 400 gleich ſeyn ſollte. Da nun dieß Geſetz eine nothwendige Folge des Geſetzes der Gravitation der Centralbewegung iſt, ſo ſieht man, daß Newton's Mechanik des Himmels bloß im copernicaniſchen, und in keinem andern Syſteme, anwendbar ſey.

Endlich gibt die entdeckte Abirrung des Lichts einen völlig direkten Beweis von der wirklichen Bewegung der Erde in einer jährlichen Bahn ab. M. ſ. Abirrung des Lichtes.

Eine vollſtändige und genaue Darſtellung unſers Sonnenſyſtems nach verſchiedenen aſtronomiſchen Tafeln findet ſich in der Sammlung aſtronomiſcher Tafeln, welche zu Berlin 1776. herausgekommen iſt, aus welcher hier die vornehmſten Angaben der Hauptplaneten nebſt den des Uranus beygefügt ſind:

Abſtände von der Sonne.

in Halbmeſſern der Erdbahn

	Größter	Mittlerer	Kleinſter
Merkur	0,46670	0,38710	0,30750
Venus	0,72843	0,72333	0,71318
Erde	1,01680	1,00000	0,98320
Mars	1,66587	1,52369	1,38151
Jupiter	5,45375	5,20098	4,94821
Saturn	10,07147	9,53937	9,00727
Uranus	20,07918	19,18362	18,28806

Eccentricitäten.

	In Halbmeſſern der Erdbahn	In Theilen ihres mittlern Abſtandes v. d. Sonne
Merkur	0,07960	0,20563
Venus	0,00510	0,00706
Erde	0,01680	0,016802
Mars	0,14218	0,09331
Jupiter	0,25277	0,04860
Saturn	0,53210	0,055779
Uranus	0,89556	0,0466837

Sonnenfernen.

	Ort für 1750 den 1. Jan.				jährl. Bewegung	
Merkur	8 Z.	13°	33′	3″	1′	10″
Venus	10	8	13	0	2	30
Erde	9	8	39	9	1	6
Mars	5	1	28	24	1	7
Jupiter	6	10	22	31	1	2
Saturn	8	29	54	30	1	30
Uranus	11	47	6	44	den 1. Jan. 1784.	

Neigung und Knoten der Bahn.

	Neigung			Ort des ☊ für 1750. den 1. Jan.				jährl. Bewegung.	
Merkur	7°	0′	0″	1 Z.	15°	21′	15″	0′	45″
Venus	3	23	20	2	14	26	18	0	31
Mars	1	51	0	1	17	36	30	0	40
Jupiter	1	19	10	3	8	16	0	1	0
Saturn	2	23	20	3	21	31	17	0	30
Uranus	0	46	16	2	12	46	47	f. 1. Jan. 1784.	

Umlaufszeiten.

	Sideriſche				Tropiſche				Synodiſche			
	T.	St.	M.	S.	T.	St.	M.	S.	T.	St.	M.	S.
Saturn	87	23	15	37	87	23	14	26	115	21	3	22
Venus	224	16	49	13	224	16	41	32	583	22	7	6
Erde	365	6	9	11	365	5	48	45½	—	—	—	—
Mars	686	23	30	43	686	22	18	27	779	22	28	26
Jupiter	4332	8	51	26	4330	8	58	27	398	21	15	45
Saturn	10761	14	36	42	10749	7	21	50	378	2	8	8
Uranus	—	—	—	—	30589	8	38	24	—	—	—	—

Durch-

Durchmeſſer und Größen.

	Scheinbarer Durchm. im mittleren Abſt.	Wahrer Durch-meſſer	körperliche Größe
Sonne	31′ 57″,5	112,79	1435025
Merkur	17, 5	0,41	0,7
Venus	23 —	0,97	0,91
Erde	17 —	1,00	1
Mars	6½	0,67	0,3
Jupiter	37	11,39	1479
Saturn	18	10,10	1030
Saturnusring	42	23,57	— —
Uranus	4′ —	4,21	75.

	Zeit der Umwälzung			Dichtigkeit	Maſſe
Sonne	25 T.	12 St.		0,250.	304355
Merkur	—	—		2,038	0,1
Venus	23 St.	20 M.		1,270	1
Erde	23 —	56 —	3½ S.	1,000	1
Mars	24 —	40 —	—	0,730	0,12
Jupiter	9 —	57 —	—	0,292	364
Saturn	—	—	—	0,184	156
Uranus	—	—		0,2	17,7

Dieſen Angaben zu Folge laſſen ſich ſinnliche Vorſtellungen des Sonnenſyſtems durch Zeichnungen oder Modelle darſtellen. Eine ſchöne Abbildung dieſer Art hat Herr Bode ſeiner Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels beygefügt, und deren Gebrauch zur Beſtimmung des jedesmahligen Standes der Planeten im Buche ſelbſt gelehrt.

Es iſt hierbey merkwürdig, daß die Planetenbahnen vom Merkur bis zum Mars ſo nahe an einander liegen, dann aber auf einmahl bis zum Jupiter ein ſehr großer Abſtand folgt. Man iſt daher der Meinung, daß wohl zwiſchen Mars und Jupiter noch ein Planet ſeyn könne. Die Entfernungen der Planeten von der Sonne ſcheinen nach folgender Reihe zu wachſen:

Merk.	Venus	Erde	Mars	Jupiter	Saturn	Uranus
4;	4+3;	4+2.3;	4+4.3;	4+16.3;	4+32.3;	4+64.3,

 worin

worin das Glied $4 + 8 . 3$ fehlt. Auffallend iſt es übrigens, daß ſich der Abſtand des Uranus an dieſe Reihe, welche ſchon lange vor deſſen Entdeckung bekannt war, ſo vollkommen anpaßt.

Auch hat man ſonſt das Sonnenſyſtem und die gegenſeitigen Lagen ſeiner Körper durch Scheiben dargeſtellt, welche ſich um einen Mittelpunkt drehen laſſen, und Planetolabien heißen. Sie haben eine Aehnlichkeit mit den Jovilabien. M. ſ. Nebenplaneten. Ein Werk dieſer Art auf 59 Platten hat Peter Apian α), aber nach ptolemäiſchen Vorausſetzungen, herausgegeben. Lothar Zumbach, genannt Korzfeld β), hat für die copernicaniſche Weltordnung dergleichen Scheiben in Kupferſtichen auf Pappe zu ziehen geliefert.

Auch hat man die himmliſchen Bewegungen durch künſtlichere Maſchinen, vermittelſt Räderwerk u. dgl. darzuſtellen geſucht. Aeltere Kunſtwerke dieſer Art werden dem Archimed und Poſidonius zugeſchrieben γ). Beym Huygens δ) findet ſich eine Beſchreibung einer ſolchen Maſchine von ſeiner eigenen Erfindung. Die Engländer pflegen dergleichen Maſchinen Orrery zu nennen, ein Nahme, deſſen Ableitung ihnen ſelbſt nicht bekannt ſcheint, Richard Sterle ſoll ihn einem ſolchen Werke gegeben haben, das Lord Orrery beſeſſen; Herr Käſtner bemerkt aber, ein Uhrmacher John Smith rühme Samuel Watſon als Verfertiger des rare celeſtial orbitery, das Königinn Maria beſäße, und das jetzt gebräuchliche Wort ſehe einer Abkürzung von dieſem ſehr ähnlich. Auch Martin ε) handelt von ſolchen Weltmaſchinen. Eine ſinnreiche Maſchine dieſer Art hat der Paſtor Hahn im Wirtembergiſchen erfunden ζ).

Wohl-

α) Aſtronomicum caeſareum. Ingolſt. 1540 Fol.

β) Paradox. nonnm mechan. aſtron. Planetolabium. Leid. 1691. 4. Amſt. 1705.

γ) S. Cicero Tuſcul. quaeſt. L. I. de nat. Deor. L. II.

δ) Deſcriptio automati planetarii in ſ. opp. reliq. Amſt. 1728. 4. T. II. p. 175.

ε) Philoſ. Britan. der deutſch. Ueberſ. Th. III. S. 196.

ζ) S. Viſcher's Beſchreibung einer aſtronom. Maſchine. Stuttg. 1770. 8.

Wohlfeiler ſind die nürnbergiſchen Vorſtellungen dieſer Art, wo die Planeten mit der Hand herumgeführt werden. Auch verfertigt Herr **Bode** ſeit 1788. ſehr bequeme Planetenmaſchinen, oder Modelle vom Sonnenſyſteme, um einen billigen Preis. Uranus und alle Nebenplaneten, den Mond mitgerechnet, ſind daran nur zum Fortſchieben, die übrigen Hauptplaneten werden durch Räderwerk bewegt. Eine Verbeſſerung derſelben, z. B. durch eine leichte Veränderung des Räderwerks auch den Mond mit in Bewegung zu ſetzen, die Körper durch Kugeln von verhältnißmäßiger Größe darzuſtellen u. ſ., lehrt Herr Prof. **Wildt** in Colmar [α]).

Nollet [β]) gebrauchte in ſeinen Vorleſungen einen Apparat zur Weltmaſchine, welcher zwar nicht Alles zugleich, wie das Orrery, zeigte, aber doch die Bewegungen jedes Planeten beſonders, mit geringern Koſten und faſt größerer Deutlichkeit darſtellte. Auch Herr **Riedel** zu Leipzig [γ]) hat eine Maſchine dieſer Art angegeben, an welcher die Bewegungen der Sonne, Erde und des Mondes angezeigt werden. Die engliſchen Künſtler nennen ſolche Maſchinen ein Tellurium. Ein ſolches von **Adams** verfertigtes, beſchreibt ein holländiſcher Künſtler, Herr **Aeneá** [δ]). Ferner gibt Herr **Geißler** [ε]) eine Beſchreibung von einer Uhr, welche Umdrehung der Erdkugel und Bewegung des Mondes, auch die Phaſen des letztern dem Zeitmaße nach mit großer Schärfe angibt. Eine ähnliche Maſchine iſt die vom **Abbé le Bris** zu Paris bewegliche copernicaniſche Sphäre [ζ]).

M. ſ. *Copernici* de orbium caeleſtium reuolutionibus libri VI. Norimb. 1543. Fol. *Weidler* hiſtoria aſtrono-

α) Nachricht von einer weitern Vervollkommnung des Bodenſchen Planetariums, im Gothaiſch. Magazin, B. VIII. St. 4. S. 114 f.

β) Leçons de phyſ. exper. P. VI

γ) Die Verbindung der Sonne, Erde und des Mondes in einem Modelle dargeſtellt. Leipz. 1785. 8.

δ) Beſchreibung u. Gebrauch eines von Adams verfert. Telluriums. ins Deutſche überſ. von Tob. Mayer. Nürnb. 1789. 4.

ε) Nachricht von einem particulären Automate in Verbindung mit dem Monde, im Gothaiſch. Magazin, B. VI. St. 2. S. 93.

ζ) Gothaiſch. Magazin. Ebendaſ.

aſtronomiae. Witeb. 1741. 4. an mehreren Stellen. *Montucla* hiſtoire des mathematiques. T. I. an verſch. Stellen. De la Lande aſtronom. Handbuch, a. d. Franz. Leipz. 1775. 8. §. 370 f. Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. Berlin 1778. 8. Th. I. §. 363 u. f. Sammlung aſtronomiſcher Tafeln unter Aufſicht der königl. preuß. Akad. der Wiſſenſch. Berlin 1776. 8. B. I. S. 1 — 11. Käſtner Anfangsgründe der Aſtronomie. Götting. 1792. 8. §. 265. la Place Darſtellung des Weltſyſtems. Th. II. Frankf. a. M. 1797. 8. S. 187 ff.

Wendekreiſe, Wendecirkel (tropici, tropiques) ſind zwey kleinere Parallelkreiſe auf der Himmels- und Erdkugel, welche von dem Aequator um das Maß der Schiefe der Ecliptik, oder faſt um $23\frac{1}{2}°$ abſtehen. Da alſo die Wendekreiſe mit dem Aequator parallel ſind, ſo gehören ſie an der ſcheinbaren Himmelskugel zu den Tagekreiſen, und ſind allenthalben von den Polen $66\frac{1}{2}°$ entfernt.

Am Himmel berühren die beyden vom Aequator entfernteſten Punkte der Ecliptik, welche ebenfalls um das Maß ihrer Schiefe abſtehen, und einander gerade entgegengeſetzt ſind. Dieß ſind die Punkte der Sonnenwenden, oder die Anfangspunkte der Zeichen des Krebſes und des Steinbocks, von welchen der nördliche Wendekreis, **Wendekreis des Krebſes** (tropicus cancri, tropique du cancer), der ſüdliche der **Wendekreis des Steinbocks** (tropicus capricorni, tropique du capricorne) genannt wird. Weil ſich die Sonne an den Tagen der Sonnenwenden ſehr wenig von den Wendekreiſen entfernt, ſo wird ſie ſelbſt durch die tägliche Bewegung im Wendekreiſe herumgeführt. Es ſind daher die Wendekreiſe an den Tagen der Sonnenwenden die Tagekreiſe der Sonne. Zwiſchen dieſen beyden Kreiſen liegt eine Zone am Himmel, innerhalb welcher die Sonne ſich beſtändig befindet.

Auf der Erdkugel ſchließen die beyden Wendekreiſe die heiße Zone zwiſchen ſich ein, und geben zugleich die Gränzen der gemäßigten Zonen ab. M. ſ. **Erdſtriche**. Der Wendekreis

kreis des Krebſes geht durch den obern breiteſten Theil von Africa, Egypten, das rothe Meer, das wüſte Arabien, durch Indien, den ſüdlichen Theil von China und Neuſeeland über das ſtille Meer, durchſchneidet America in Mexico, und läuft durch die Antillen und den atlantiſchen Ocean bis wieder an Africa. Es geht alſo die Sonne am 21. Juni jeden Jahres durch den Scheitelpunkt aller dieſer Oerter. Der Wendekreis des Steinbocks ſchneidet Africa im Lande der Hottentotten, geht durch Madagaſcar im indiſchen Weltmeere weit unter Aſien hinweg, durch Neuholland in die Südſee, ſchneidet America in Paraguay und an der ſüdlichen Spitze von Braſilien, und läuft unterhalb der Inſel St. Helena wieder bis an Africa. Demnach geht die Sonne am 21. Dec. durch den Scheitel aller dieſer Orte.

Weil die Schiefe der Ecliptik veränderlich iſt, ſo iſt hiermit auch die Stelle der Wendekreiſe und die Größe der heißen Zone einer Veränderung unterworfen, ſie iſt aber ſo gering, daß man ſie in der Geographie gewöhnlich ohne merklichen Fehler vernachläſſiget.

West, Weſten ſ. Abendpunkt.
Wetterbeobachtungen ſ. Meteorologie.
Wetterglas ſ. Barometer.

Wetterharfe, Rieſenharfe, Aeolusharfe, Windharfe. Dieſen Nahmen führt eine Vorrichtung, welche aus ausgeſpannten Saiten beſteht, die dem Winde oder Wetter ausgeſetzt Töne von ſich geben. Gewöhnlich wird **Kircher** [α]) für den Erfinder der Windharfe angegeben. Das Ideal aber, durch ein Saitenſpiel dem Winde ausgeſetzt harmoniſche Töne hervorzubringen, iſt ſeit **Kircher's** Zeiten wenig oder gar nicht ausgeführt worden, bis endlich vor einigen Jahren in England wieder daran gedacht worden iſt. Herr **Lichtenberg** gibt aus **William Jones** [β]) folgende Nachricht davon:

Es

α) Phonurgia. p. 148.
β) Phyſiological diſquiſitions or diſcourſes on the natural philoſophy of the elements. Lond. 1781. 4.

Es hatte Pope im Euſtathius bemerkt, daß der Wind, wenn er auf geſpannte Saiten ſtoße, harmoniſche Töne hervorbringe. Dadurch ward ein ſchottiſcher Componiſt veranlaßt, Oswald, die Sache zu verſuchen, hörte endlich nach vielen vergeblichen Verſuchen ſeine Laute tönen, als ſie an die Oeffnung eines nur etwas gelüfteten Aufſchiebefenſters gelegt war, und machte daraus den Schluß, daß Alles auf einen dünnen, aber breiten, Luftſtrom ankomme.

Er ſpannte alſo in einem ſchmalen, etwas hohen und langen Kaſten von trockenem Tannenholze, welcher unten einen Reſonanzboden hat, über zwey Stege, die nahe an den ſchmalen Enden einander gegenüber liegen, acht bis zehn Darmſaiten, alle im Einklange, nicht allzuſtraff auf. Eine der breiten Seiten läßt ſich aufſchieben, ſo daß man einen dünnen, aber breiten, Luftſtrom quer auf die Seiten leiten kann. Um dieſem den Durchgang zu verſchaffen, kann der obere ſchmale Boden, wie ein Pultdeckel, aufgehoben werden, der an beyden Seiten noch Flügel hat. So eingerichtet, wird das Inſtrument mit der Oeffnung am Schieber dem Winde ausgeſetzt. So bald dieſer durchzieht, tönt es: die tiefſten Töne ſind die des Einklanges, aber ſo, wie ſich der Wind mehr hebt, entſpringt eine Mannigfaltigkeit entzückender Töne, die alle Beſchreibung übertrifft.

Ferner hatte Herr Hauptmann Haas zu Baſel aus ſeinem Gartenhauſe 15 Eiſendrähte über dem Garten hin nach dem Hofe geſpannt, die 320 Fuß lang ſind. Sie ſtehen ungefähr zwey Zoll von einander ab; die dickſten haben 2 Linien im Durchmeſſer, die mittlern $1\frac{1}{2}$, und die dünnſten ſind 1 Linie ſtark. Sie liegen in der Mittagsfläche, machen mit dem Horizont einen Winkel von 20 bis 30 Graden, und ſind durch Walzen mit Stirnrädern und Sperrhaken ſtark geſpannt. Bey jeder Veränderung des Wetters tönen dieſe Saiten; bald glaubt man den Ton eines Theekeſſels zu hören, ehe das Waſſer in ſelbigem ſiedet, bald eine Harmonika, bald ein fernes Geläute, bald eine Orgel. Oft wird das Getöne ſo ſtark, daß das Concert im Gartenſaale dadurch geſtört wird.

wird. Herr Haas hat dieſer Wirkung wegen der Vorrichtung den Nahmen der Wetterharfe gegeben.

Der eigentliche Erfinder dieſer ganz eignen Vorrichtung iſt der P. Ventan, Probſt zu Bürckli unweit Baſel. Dieſer ſchoß zuweilen aus dem Fenſter nach einer Scheibe, mochte aber nicht nach jedem Schuſſe zur Scheibe gehen, hing daher ſelbige an einem langen Eiſendraht auf, um ſie daran herbey und wieder zurückziehen zu können. Nun bemerkte er des Nachts, daß dieſer Draht zuweilen tönte. Er ward darauf aufmerkſamer, und er fand, daß jeder Eiſendraht, wenn er mit der Mittagslinie parallel geſpannt wird, bey jeder Aenderung des Wetters Töne von ſich gebe. Meſſingdraht tönte nicht, eben ſo wenig Eiſendraht von Oſten nach Weſten geſpannt.

Herr Lichtenberg ſucht die Urſache dieſer Erſcheinung entweder in der Bewegung der Luft, oder in Veränderung der Dräthe durch Hitze und Kälte, oder in verſchiedener Spannung derſelben durch Feuchtigkeit, welche auf das Gebäude wirkt, woran ſie feſt gemacht ſind. Alle dieſe Urſachen können ſeiner Meinung nach ſtoßweiſe wirken. Das regelmäßige Knacken der Ofenplatten und der eiſernen Ofenthüren beym Einheitzen und Erkalten zeige, daß dieſe Ausdehnungen beym Eiſen ruckweiſe erfolgen, wodurch ein Prallen und ein Ton entſtehen könne, welcher bey dem empfindlichern Meſſinge, deſſen Ausdehnung ſteter ſey, nicht Statt finde. Vorzüglich müſſe man aber die Bewegung der Luft beabſichtigen, welche auch kleine Zweige oder Hälmchen in Schwingungen bringe, mithin auch lange Saiten durch wellenförmige Bewegung tönen machen könne. Daß von der Spannung von Oſten nach Weſten kein Ton entſtanden ſey, beweiſe noch nichts für einen vermutheten Magnetismus, bis erſt ausgemacht ſey, ob alle übrige Umſtände gleich geweſen, welches kaum zu erwarten ſtehe.

Herr Chladni hat bewieſen, daß die Saiten oder ihre aliquoten Theile ſich auch nach der Richtung ihrer Länge in ſich ſelbſt zuſammenziehen und wieder ausdehnen, und auf ſolche

ſolche Art nach ganz andern Geſetzen tönen, als durch die gewöhnlichen Lateralſchwingungen. M. ſ. Ton. Nach der Meinung des Herrn Hindenburg [*]) iſt die Wetterharfe ein Inſtrument, welches dergleichen Längentöne giebt, und zugleich an Länge und Dicke der Saiten alle andere beſaitete Inſtrumente übertrifft, welche ihre Töne durch Lateralſchwingungen hervorbringen.

M. ſ. Taſchenbuch zum Nutzen und Vergnügen für das Jahr 1789. beym Göttingiſchen Taſchenkalender d. J. S. 129 — 132. für das Jahr 1792. S 137 — 145.

Wetterleiter, Blitzableiter.

Wetterleuchten (fulguratio, eclair ſans tonnerre et d'une lumière diffuſée) iſt eine Art von Blitz, wobey ſich kein Donner hören läßt, auch keinen gedrungenen Feuerſtrahl wahrnimmt, ſondern nur einen in der Atmoſphäre ſich verbreiteten und gleich wieder verſchwindenden Lichtſchimmer ſieht. Gewöhnlich pflegt man bey dieſer Erſcheinung zu ſagen: das Wetter kühle ſich.

Das Wetterleuchten unterſcheidet ſich von dem wahren Blitzen und Wetterſtrahlen vorzüglich darin, daß man auch in der größten Nähe einen bloßen in die Breite und Länge ſich ausdehnenden bald ſchwächern bald hellern Lichtſchimmer, ohne allen Knall, wahrnimmt, ob man gleich wirkliche Blitze, deren Donner wegen der großen Entfernung nicht mehr zu hören im Stande iſt, für wirkliches Wetterleuchten halten kann, wovon Herr Käſtner [**]) bey einem wegziehenden Gewitter überzeugende Bemerkungen gemacht hat.

Das Wetterleuchten hat vorzüglich Statt, wenn ſich die Atmoſphäre ſchon durch wirkliche Gewitter abgekühlt hat, und wird am meiſten von der Abenddämmerung an bis zur Morgendämmerung bemerkt. Indeſſen iſt dieſe Erſcheinung an einigen Orten innerhalb der Wendekreiſe ein eben ſo gewöhnliches Phänomen, als das Nordlicht innerhalb des nördlichen

[*]) Archiv der reinen und angew. Mathematik. Heft I. 1794. 8. S. 118.
[**]) Neues Hamb. Magaz. B. VI. S. 387.

lichen Polarkreiſes. **P. J. Blach** α) erzählt von den niedrigen Küſten der Inſel Sumatra, daß ſich daſelbſt faſt jede Nacht von der Abenddämmerung an bis zum Morgen, da das Tageslicht ſich unmerklich macht, ununterbrochene ſtille Blitze zeigen. Ueberhaupt zeigt das Wetterleuchten eine große Aehnlichkeit mit dem Nordlichte, und macht es dadurch wahrſcheinlich, daß auch letzteres eine elektriſche Erſcheinung ſey.

Reimarus β) vergleicht das Wetterleuchten mit den elektriſchen Strahlen, welche man bey unſern gewöhnlichen Verſuchen im Dunkeln von einem Körper ausfahren ſieht, der durch einen beſtändigen Zufluß von elektriſcher Materie überladen wird, und doch keinen beſtimmten Gegenſtand findet, dem er dieſelbe durch einen Funken mittheilen kann. Das Wetterleuchten ſcheint ihm alſo eine fortgeſetzte Anhäufung der Elektricität in der Wolke anzudeuten, welche ſie wenn kein leitender Körper innerhalb der Schlagweite zugegen iſt, zerſtreut in die Atmoſphäre ausſendet.

Wetterlichter, St. Elmusfeuer (caſtor et pollux, ignis lambens, feu St. Elme, caſtor et pollux). Hierunter verſteht man diejenige Erſcheinung, welche an den in der Luft erhabenen Gegenſtänden, beſonders an Metallen, bey Gewitterluft wahrgenommen wird, indem nähmlich aus den Spitzen oder Ecken der erhabenen Gegenſtände oft rauſchende Flammen ausſtrömen, welche eine Zeit lang ohne Schaden fortdauern. Vornehmlich zeigt ſich dieſe Erſcheinung an den Spitzen der Maſtbäume, an den hervorragenden Theilen der Schiffe bey Stürmen, an den Spitzen der Kirchthürmer u. ſ. f.

Schon die Alten kannten dieß Phänomen. So erzählt **Plinius** γ), er habe Sterne auf den Lanzen der Soldaten und auf den Maſten der Schiffe geſehen, welche mit Ziſchen von einem Orte zum andern fortgehüpft wären: Zwey ſolche Sterne wären Vorbedeutung einer glücklichen Fahrt, und wurden

α) Neue ſchwed. Abhandl. Th. I. 1780. der deutſch. Ueberſ. S. 97.
β) Neuere Bemerk. vom Blitze. Hamb. 1794. 8. S. 73.
γ) Hiſtor. natur. II. 37.

wurden von den Schiffern Caſtor und Pollux genannt; einer allein, den man Helena nenne, bedeute Unglück. Auch ſehe man dergleichen bisweilen an den Häuptern der Menſchen. Aehnliche Erzählungen geben Seneca [α]), Hirtius [β]), Livius [γ]) und Plutarch im Leben Lyſanders. Den Schiffern iſt dieſe Erſcheinung ſehr bekannt; die Portugieſen nennen ſie corpo ſanto, die Holländer Vrede vyer, die Engländer comazauti und die Niederdeutſchen Weerlicht.

Von dieſem Phänomene handeln auch Conr. Gesner [δ]), der Ritter von Forbin [ε]) und Reimarus [ζ]). Forbin gibt folgende Erzählung: Im Jahre 1696. zog ſich plötzlich während der Nacht ein ſchwarzes Gewölk zuſammen, wobey erſchreckliche Blitze und Donnerſchläge entſtanden. Weil ich einen ſtarken Sturm befürchtete, ließ ich alle Segel einziehen. Wir ſahen auf dem Schiffe mehr, als 30 St. Elmusfeuer. Eines unter andern befand ſich oben auf dem Windflügel des großen Maſtes, welches mehr als $1\frac{1}{2}$ Fuß hoch war. Ich ſchickte einen Matroſen hinauf, es herunter zu bringen. Als er oben war, hörte er dieſes Feuer ein Geräuſch machen, wie wenn man angefeuchtetes Schießpulver anzündet. Ich befahl ihn den Flügel abzunehmen, und damit herunter zu kommen. Kaum hatte er ihn aber von der Stelle genommen, ſo ging das Feuer davon weg, und ſetzte ſich auf die Spitze des Maſtes, ohne daß man es hätte davon abbringen können. Es blieb daſelbſt ziemlich lange, bis es nach und nach verging. Der gedrohete Sturm hatte weiter keine Folgen, als einen ſtarken Regen, der etliche Stunden dauerte.

Aehnliche Beſchreibungen dieſer Art finden ſich in einem von Forskål an Wilke erlaſſenen Briefe [η]), von Jallabert

[α]) Quaeſt. natur. L. I. c. 1.
[β]) De bello Africano. c. 47.
[γ]) Cap. XXXII.
[δ]) Commentar. de lunariis, et obiter de aliis etiam rebus, quae in tenebris lucent. Tiguri 1555. 8.
[ε]) Mémoires. Tom. I. p. 368. u. im Hamb. Magaz. B. VII. S. 425.
[ζ]) Vom Blitze 32 — 37 Erfahr. S. 73 f.
[η]) Schwed. Abhandl. B. XXI. der Ueberſ. S. 163.

bert und de Sauſſüre *) von Nicholſon β), von dem Prediger Sponholz γ) zu Lühen in der Ukermark, von Reimarus δ), welche zugleich beweiſen, daß dieſe Erſcheinung nicht allein zu den Zeiten der Gewitter, ſondern auch im ſtarken Winter und an den thieriſchen Körpern oder deren Bekleidungen Statt finde.

Seitdem der Bliß als ein elektriſches Phänomen erkannt wurde, hat man auch das St. Elmsfeuer für eine ſolche Erſcheinung gehalten. Man iſt allgemein der Meinung geweſen, daß die in der Luft angehäufte elektriſche Materie durch dieſe Gegenſtände, als Leiter derſelben, zur Erde geführt werde. Allein Herr Reimarus hält die Wetterlichter nicht ſo wohl für ein Zeichen des Abzugs der elektriſchen Materie aus der Wolke ſelbſt, oder ihrem Wirkungskreiſe, als vielmehr für eine Gegenwirkung auf häufige, in der Luft oder den Dünſten zerſtreuete, elektriſche Materie, etwa ſo, wie man durch Spitzen, welche von einem elektriſirten Körper ausgehen, die Luft im Zimmer, beſonders wenn viele Dünſte darin ſchweben, elektriſiren kann. Sie ſcheinen ſich nicht während des Gewitters, ſondern erſt nach deſſen Zertheilung zu zeigen, werden auch von den Schiffern als ein Zeichen des ſich verlierenden Gewitters gehalten. Ihre Fortdauer wird vorzüglich durch den Wind begünſtiget; zuweilen erſcheinen ſie auch ohne Gewitter bey feuchter und ſtürmiſcher Luft. Die Seltenheit ihrer Erſcheinung könne man vielleicht daraus erklären, daß zu ihrer Entſtehung eine negative Elektricität in der Luft erfordert werde, welche nicht ſo häufig, als die poſitive vorkommt, weil die elektriſchen Verſuche lehren, daß die Feuerbüſchel an Spitzen ein entgegengeſetztes — E anzeigten.

M. ſ. Prieſtley Geſchichte der Elektricität, ins Deutſche überſ. von Krünitz 4. S. 252 f.

Wetterſäule ſ. Waſſerhoſe.

α) Hiſt. de l'Acad. des ſcienc. 1767.
β) Philoſ. Transact. Vol. LXIV. p. 351.
γ) Nützliche Beyträge zu den neuen Strelitz. Anz. vom 7. März 1770.
δ) Neuere Bemerkungen vom Blitze. Hamb. 1794. S. §. 170.

Wetterſchirm (paratonnerre portatif). Dieſen Nahmen haben einige Naturforſcher einem Regenſchirme mit einer metalliſchen Ableitung verſehen gegeben, um ſeine Perſon vor dem Blitze zu ſichern, wenn man genöthigt iſt, beym Gewitter unterm freyen Himmel zu ſeyn. Nach Reimarus Vorſchlag läßt ſich ein ſolches Werkzeug mit den wenigſten Umſtänden ſo ausführen, daß man einen Schirm aus gewächſtem Seidentuch, mit fiſchbeinernen Stangen verſehen an einen langen Spatzierſtock befeſtigte, und daneben eine breite metallene Treſſe von zureichender länge bey ſich führte, damit ſolche im nöthigen Falle mit dem einen Ende oben am Knopfe des Stocks angeſteckt, und mit dem andern in einer Entfernung auf die Erde befeſtigt werden könnte. Der Stock würde ſodann in die Erde geſteckt, und wenn man ſich unter dem ausgebreiteten Schirme niederſetzte, ſo hätte man eine ſichere leitung des Blitzes an der metallenen Treſſe bis zur Erde.

M. ſ. Reimarus vom Blitze, S. 221.

Wetterſtrahl ſ. Blitz.

Widderpunkt ſ. Frühlingspunkt.

Widerſtand (reſiſtentia, renitentia, réſiſtance, rénitence) heißt dasjenige, was die zur Veränderung des Zuſtandes angewandte Kraſt vermindert. Nach der atomiſtiſchen Vorſtellung braucht dasjenige, was die angewandte Kraft vermindert, keine Kraft, die nach der entgegengeſetzten Richtung wirkt, zu ſeyn, ſondern ſchon die Materie, als abſolut undurchdringlich, verändert als bloß träge Materie die ankommende Kraft. Allein ſchon unter den Artikeln: Gegenwirkung, Mittheilung der Bewegung und Trägheit, iſt gezeigt worden, wie irrig eine ſolche Vorſtellung iſt. Es kann Widerſtand gar nicht gedacht werden, wenn nicht der ankommenden Bewegung (es ſey durch Druck, Zug oder Stoß,) eine andere derſelben entgegengeſetzte Bewegung gedacht wird, indem nur Bewegung durch andere Bewegung vermindert werden kann. Aber ſchon nach der atomiſtiſchen Vorſtellung muß dem bewegten Körper eine bewegende Kraft

beygelegt

beygelegt werden, indem er ohne ſolche gedacht gar keine Bewegung haben könnte; daher muß auch nothwendig der Widerſtand als eine bewegende Kraft gedacht werden, welche der erſtern gerade entgegen wirkt.

Widerſtand der Mittel (reſiſtentia mediorum ſ. fluidorum, réſiſtance des milieux). Wenn ſich feſte Körper in flüſſigen Mitteln z. B. im Waſſer, in der Luſt u. ſ. bewegen, ſo müſſen ſie nothwendig in jedem Augenblicke einen Theil von ihrer Geſchwindigkeit verlieren, weil ſie die ihnen im Wege liegenden Theile des flüſſigen Mittels aus der Stelle treiben müſſen, und dazu eine gewiſſe Anwendung der bewegenden Kraft erfordern. Dieſe Verminderung läßt ſich aber nicht gedenken, ohne auch dem flüſſigen Mittel eine ſolche Kraft beyzulegen, welche jener gerade entgegengeſetzt iſt, und welche eben der **Widerſtand der Mittel** genannt wird. Selbſt nach der atomiſtiſchen Phyſik muß man ſich eine ſolche Vorſtellung von dem Widerſtande der Mittel machen, weil alle Berechnungen von dieſem Gegenſtande bloß darauf ſich gründen.

Schon **Galiläi** hat ganz richtig angeführt, daß die Bewegung der feſten Körper in der Atmoſphäre unſerer Erde, wie beym freyen Falle, beym Pendel, beym Wurfe u. ſ. w. nach und nach durch den Widerſtand, welchen ihr die Luft entgegenſetzt, vermindert werde, und endlich ganz aufhöre. Vor **Newton** aber hatte ſich kein einziger an die mit Schwierigkeiten verbundene Theorie des Widerſtandes, welchen feſte Körper bey der Bewegung in flüſſigen Mitteln erleiden, gewagt. Erſt dieſer brachte ſie in der größten Allgemeinheit mit der Theorie der Schwere in allgemeine Verbindung, und trug ſie im zweyten Buche ſeiner Principien vor. Er verglich ſie mit Verſuchen, welche darzuthun ſcheinen, daß bey den in der Natur vorgehenden Bewegungen der Widerſtand **dem Quadrate der Geſchwindigkeit** proportional gefunden werde.

Man glaubte ſchon durch **Newton's** Bemühungen die Lehre des Widerſtandes zur überzeugenden Richtigkeit gebracht

zu haben, als **Robins** im Jahre 1752 bey Unterſuchung der Bahn, welche abgeſchoſſene Kugeln in der Luft beſchreiben, ungemein große Abweichungen von derſelben entdeckte, und dadurch die unter dem Artikel: **Balliſtik**, erwähnten neuern Bemühungen veranlaßte. **Euler** [α]) hatte die allgemeine Lehre vom Widerſtande gegen bewegte Punkte ſchon in ſeiner Mechanik abgehandelt, woraus **Käſtner** [β]) einen Auszug gibt. Die Theorie vom Widerſtande flüſſiger Mittel findet man beym **Karſten** [γ]) größten Theils nach **Bernoulli** und **Euler** vorgetragen. Die Theorie läßt noch ſehr viel Ungewißheit zurück, und eben ſo wenig entſcheiden die Verſuche, welche vorzüglich in Frankreich vielfältig und auf mancherley Art ſind angeſtellt worden. **De Borda** [δ]), **d'Alembert**, **Bezout**, **Boſſut** u. a. haben Folgen daraus gezogen, durch welche **Newton's** Theorie auf mancherley Art Abänderungen zu leiden ſcheint. Eine neue Theorie des Waſſerſtoßes in Schußgerinnen mit beſtändiger Rückſicht auf Erfahrung und Bewegung hat Herr **Joſ. Gerſtner** (Prag 4.) entworfen.

Die Theorie des Widerſtandes läßt ſich kurz ſo überſehen. Wenn man vorausſetzt, daß ſich eine ebene Fläche in einer ruhenden flüſſigen Materie mit paralleler Bewegung nach einer auf dieſer Fläche ſenkrechten Richtung bewege, ſo ſetze man die ebene Fläche gehe mit der Geſchwindigkeit $= v$ fort. Dieß will nun eben ſo viel ſagen, als wenn ſie in einer als Eins angenommenen Zeit, z. B. 1 Sekunde, den Weg v durchliefe; mithin muß ſie in dieſer Zeit eine Menge der flüſſigen Materie mit einer gewiſſen Kraft fortgeſchoben haben. Setzt man nun dieſe Menge der flüſſigen Materie $= \alpha$, und die Kraft $= p$, ſo muß $p = \alpha v$ ſeyn. Ferner ſey die Dichtigkeit der flüſſigen Materie $= \gamma$, und die geometriſche Größe der verdrängten flüſſigen Materie $= \mu$, ſo wird

α) Mechanica, Petrop. 1736. 4. T. I. c. 4. §. 467.

β) Anfangsgründe der höhern Mechanik. §. 316 f.

γ) Lehrbegr. der geſammten Mathem. Mechanik, 4. Th. Greifsw. 1769. 8. Abſchn. XIX. XX.

δ) Mémoir. de Paris 1763. 1770.

wird $\alpha = \gamma\mu$, und es ergibt ſich $p = \gamma\mu\nu$. Dieſe verdrängte flüſſige Materie iſt aber nichts weiter, als eine prismatiſche Säule, welche die bewegte ebene Fläche zur Grundfläche, und den zurückgelegten Weg ν zur Höhe hat. Iſt alſo der Quadratinhalt der ebenen Fläche $= \beta$, ſo iſt $\mu = \beta\nu$, und man erhält $p = \beta\nu\gamma\nu = \beta\gamma\nu^2$. So viel Kraft nun iſt nöthig, die flüſſige Materie fortzuſchieben, ſo groß muß auch die Größe des Widerſtandes ſeyn. Wenn alſo der Widerſtand $= R$ geſetzt wird, ſo ergibt ſich $R = \beta\gamma\nu^2$. Hierbey iſt aber vorausgeſetzt worden, daß die in der flüſſigen Materie fortbewegte ebene Fläche die folgenden flüſſigen Theilchen in Ruhe angetroffen, und die angeſtoßenen völlig vernichtet habe. Weil aber dieß in der Wirklichkeit nicht Statt finden kann, ſondern vielmehr die fortbewegten Theilchen ſeitwärts ausweichen müſſen, um der bewegten Fläche Platz zu machen, wodurch zugleich der Zuſtand der folgenden Theilchen des Fluidi eine Aenderung leidet, und ſie daher ſchon in Bewegung kommen, ehe ſie noch von der bewegten Fläche berührt werden, ſo muß dieß nothwendig verurſachen, daß der Widerſtand des Fluidi nicht ſo groß ausfalle, als ihn die vorige Rechnung gibt. Wenn demnach der Widerſtand λ mahl ſo groß iſt, als die vorige Rechnung beſtimmt, ſo iſt eigentlich $R = \lambda\beta\gamma\nu^2$, wo λ einen Bruch bedeutet. Aus Newton's Verſuchen ſchien zu folgen, daß $R = \frac{1}{2}\beta\gamma\nu^2$, d. h., $\lambda = \frac{1}{2}$ ſey. Seine Verſuche ſind aber bey geringen Geſchwindigkeiten angeſtellt. Bey ſchnellern Bewegungen, z. B. der Geſchützkugeln, iſt es ausgemacht, daß man den Widerſtand weit größer, wohl 2 bis 3 Mahl ſo groß ($\lambda = 1$ bis $\frac{3}{2}$) annehmen müſſe. Bey dieſer Ungewißheit wird im Allgemeinen $R = 2\lambda\beta\gamma\nu^2$ geſetzt.

Newton folgerte aus ſeinem Satze:

1) Bey gleicher Fläche und gleicher Dichtigkeit des Mittels verhält ſich die Stärke des Widerſtandes wie das Quadrat der Geſchwindigkeit. Dieß Geſetz nennt man das Geſetz des **Widerſtandes**, und es ſcheint für Bewegungen, welche nicht allzu ſchnell und allzu langſam erfolgen, allge-

mein beſtätiget zu werden. In der Phyſik führt man gewöhnlich den Grund davon an, daß bey doppelter Geſchwindigkeit nicht allein doppelt ſo viele Theile fortgeſchoben werden, ſondern auch jeder derſelben eine doppelte Geſchwindigkeit erhalte, daher ein vierfacher Verluſt an Größe der Bewegung entſtehe u. ſ. w. Allein dieſe allgemeine Betrachtung reicht nicht hin, den Satz darzuthun, vielmehr muß er aus richtigen Verſuchen gefolgert werden, und dieſe ſcheinen bey ſehr ſchnellen und langſamen Bewegungen andere Geſetze des Widerſtandes anzugeben.

2) Bey gleicher Fläche und Geſchwindigkeit verhält ſich die Stärke des Widerſtandes, wie die Dichtigkeit des Mittels. Dieſem Satze gab **Newton** vor allen andern einen vorzüglichen Werth. Allein er iſt noch viel zweifelhafter, als der vorhergehende. Die Verſuche des Ritters **von Borda** widerſprechen ihm faſt gänzlich, und es ſcheint, als ob der Formel für jede Materie ein eigener Coefficient müſſe beygefügt werden, welcher bloß durch Verſuche beſtimmt werden kann. Daher ſind auch alle Vorſchläge Dichtigkeiten der Luft durch ihren Widerſtand gegen das Pendel zu meſſen, ohne Erfolg geblieben.

3) Bey gleicher Geſchwindigkeit in dem nähmlichen Mittel verhält ſich die Stärke des Widerſtandes, wie die Oberfläche. Auch dieſem Satze ſcheinen die Verſuche des **de Borda** entgegen zu ſeyn. Herr **Kramp** aber urtheilt, er ſey zu natürlich, um unwahr zu ſeyn.

Wenn der bewegte feſte Körper eine Fläche in einer ganz andern Lage oder Geſtalt, als hier voraus geſetzt iſt, der flüſſigen Materie entgegenſetzt, ſo ändert ſich die Stärke des Widerſtandes. Wie viel aber dieſe Aenderung betrage, das hat weder **Newton** noch nach ihm irgend einer gehörig ins Licht ſetzen können. **Newton** *) bewies, daß der Widerſtand, welcher auf die erhabene Fläche einer Kugel ausgeübt wird, halb ſo groß ſey, als derjenige, dem ihr größter Kreis bey gleicher Maſſe ausgeſetzt wäre.

Um

*) Princip. Lib. II. prop. 34.

Um die Theorie mit der Erfahrung zu vergleichen, ließ Newton *) durch Hawksbee im Jahre 1710. in der Paulskirche zu London Experimente anſtellen, um den Widerſtand der Luft zu prüfen. Man ließ verſchiedene hohle Glaskugeln aus einer Höhe von 220 engliſche Fuß herabfallen, beobachtete die Zeit des Falles, und berechnete alsdann aus ihrem Gewichte und Durchmeſſer nebſt der Dichtigkeit der Luft, welche 860 Mahl leichter als das Waſſer angenommen ward, die Fallhöhen, welche den beobachteten Zeiten bey Betrachtung des Widerſtandes zukommen müßten. Die Reſultate waren folgende:

Gewicht der Kugeln	Durchmeſſer der Kugeln	Zeiten des Falles	Berechnete Höhen
510 Grän	5,1 Zoll	8 Sek. 12 Tert.	236 Fuß 11 Zoll
642 —	5,2 —	7 — 42 —	230 — 3 —
599 —	5,1 —	7 — 42 —	227 — 10 —
515 —	5,0 —	7 — 57 —	224 — 5 —
483 —	5,2 —	8 — 12 —	225 — 5 —
641 —	5,2 —	7 — 42 —	230 — 7 —

Da dieſe berechneten Höhen von 220 Fuß Höhe, wovon die Kugeln herabfielen, noch nicht 11 Fuß, und eine davon nur $4\frac{1}{2}$ Fuß abwichen, ſo ſtimmte die Theorie mit dieſen Verſuchen ziemlich überein. Noch genauer trafen die von Desaguliers im Jahre 1719. mit leichten Schweinsblaſen angeſtellten Verſuche damit zuſammen. Die Fallhöhe war 272 Fuß, und die Reſultate zeigt folgende Tabelle:

Gewicht der Kugeln	Durchmeſſer der Kugeln	Zeiten des Falles	Berechnete Höhen
128 Grän	5,28 Zoll	19 Sek.	271 Fuß 11 Zoll
156 —	5,19 —	17 —	272 — $10\frac{1}{2}$ —
$137\frac{1}{2}$ —	5,3 —	$18\frac{1}{2}$ —	272 — 7 —
$97\frac{1}{2}$ —	5,26 —	22 —	277 — 4 —
$99\frac{1}{2}$ —	5,0 —	$21\frac{1}{8}$ —	282 — 0 —

Die drey erſten von dieſen berechneten Höhen weichen von der wahren Höhe noch nicht einen Fuß ab. Daß der

*) Ibid. prop. 40. ſchol.

Widerſtand der Luft hierbey beträchtlich iſt, ſieht man daraus, daß im leeren Raume die Körper in 8 Sekunden durch 100, in 16 durch 4000 Fuß gefallen ſeyn würden.

Andere Verſuche, welche Newton zur Beſtimmung des Widerſtandes, der vom Waſſer herrührt, anſtellte, ſtimmten ebenfalls mit der Theorie ziemlich überein. Er bereitete ſich Kugeln von Wachs mit eingeſchloſſenem Bley und ließ ſie im Regenwaſſer 112 engl. Zoll tief hinabſinken. Seine Verſuche gaben ihm folgende Reſultate:

Gewicht der Kugeln in der Luft	Gewicht der Kugeln im Waſſer	Zeit des Falles	Berechnete Höhen
$156\frac{1}{4}$ Gran	77 Gran	4 Sek.	112,08 Zoll
$76\frac{1}{3}$ —	$5\frac{1}{6}$ —	15 —	113,174 —

Er wiederhohlte die Verſuche mit dergleichen Kugeln, maß aber dabey die Zeit durch die Anzahl der Schwingungen eines Pendels, welches halbe Sekunden ſchwung. Seine Reſultate waren dieſe:

Gewicht der Kugeln in der Luft	Gewicht der Kugeln im Waſſer	Beobachtete Schwünge	Berechnete Schwünge	Fallhöhe
139 Gran	$6\frac{1}{2}$ Gran	50 bis 52	52	182 Zoll
$273\frac{1}{4}$ —	$140\frac{3}{4}$ —	12 — 13	$11\frac{1}{3}$	182 —
384 —	$119\frac{1}{2}$ —	$17\frac{3}{4}$ — 19	$15\frac{5}{9}$	$181\frac{1}{2}$ —
48 —	$3\frac{29}{32}$ —	$43\frac{1}{2}$ — 46	$46\frac{5}{9}$	$182\frac{1}{2}$ —
141 —	$4\frac{3}{8}$ —	61 — 65	$64\frac{1}{2}$	182 —

So gut aber auch alle dieſe Verſuche mit der Theorie übereinzuſtimmen ſchienen, ſo erkannte doch ſchon Newton ſelbſt, daß ſie den Erfahrungen nicht allenthalben Genüge thát. Er fand nähmlich durch eine groſſe Reihe von Verſuchen mit dem Pendel *), daß bey ſehr kleinen Schwingungen deſſelben alle Folgen des Satzes, daß der Widerſtand dem Quadrate der Geſchwindigkeit proportional ſey, von der Erfahrung ſich entfernten. Er ward überzeugt, daß der Widerſtand wenigſtens von zwey Urſachen herrühre, von welchen nur die eine jenem Geſetze, die andere aber einem andern folge, und daß dieſe letztere Urſache beſonders bey lang-

*) Princip. prop. 31. ſchol.

langſamen Bewegungen ſehr merklich wirke. Er ſahe ſich endlich in die Nothwendigkeit verſetzt, über dieſen zweyten Theil des Widerſtandes gänzlich abzubrechen.

Uebrigens beweiſen die Verſuche des **Deſaguliers** [α]), daß dichte Bleykugeln von 2 Zoll Durchmeſſer in 4½ Sek. um 50 Fuß weniger tief fallen, als ſie im luftleeren Raume fallen würden, und daß gläſerne hohle Kugeln von 5½ Zoll Durchmeſſer in 6 Sekund. um 288 Fuß zurückbleiben. Daß ſchwere und dichte Kugeln ſchneller, als leichte fallen, rührt bloß von dem Widerſtande der Luft her. Aus eben dem Grunde ſchwingen auch ſchwerere Pendel wirklich geſchwinder, als leichtere von gleicher Länge. In Flüſſigkeiten von größerer Dichtigkeit ſchwingen die Pendel viel langſamer, als in dünnern, einmahl, weil in jenen der Widerſtand größer iſt, und dann, weil durch den Gewichtsverluſt im dichtern Flüſſigen die beſchleunigende Kraft der Linſe vermindert wird.

Auf die zuletzt angeführte Urſache machte **Lambert** [β]) aufmerkſam, und ſchlägt dabey die Pendel zum meteorologiſchen Gebrauche vor, um damit die Dichtigkeit zu meſſen. Schon **Bouguer** hatte dergleichen Verſuche angeſtellt, und Herr **de Sauſſure** beſchloß auf den Vorſchlag des Herrn **Gruber** zu Prag dieſelben auf dem Col du Geant zu wiederhohlen; allein der Erfolg zeigte, daß das Pendel hierzu ſehr unbequem und unſicher ſey [γ]).

Dieſer Widerſtand verurſacht in den Bahnen der abgeſchoſſenen Kugeln Abweichungen, deren Größe für eine flüſſige Materie, welche 6000 Mahl leichter als das darin bewegte Metall iſt, ganz ungeheuer und unerwartet ausfällt. Man hat ſich zwar Mühe gegeben, die Theorie gehörig zu entwerfen, allein man iſt darin bis jetzt noch nicht ganz glücklich geweſen.

Nachdem

α) Philoſoph. Transact. num. 262.

β) Von dem Gange der Pendeluhren in den Berlin. Ephemerid. für 1776. Th. II. S. 215 u. f.

γ) S. Rozier journal de phyſique Febr. 1790. p. 98 ſqq. u. in Gren's Journ. d. Phyſ. 1790. Heft 6. S. 383 f.

Nachdem die Aeroſtaten erfunden wurden, glaubte man für dieſe Lehre etwas Vollſtändigeres durch Erfahrungen auszumachen, und ſelbſt **Euler** beſchäftigte ſich noch wenige Tage vor ſeinem Tode mit dieſer Arbeit. Bemühungen dieſer Art ſind von den Herren **Meusnier** [α]) und **Kramp** [β]) gemacht, und mit dem aeroſtatiſchen Verſuche auf dem Marsfelde vom 27. Aug. 1783. verglichen. M. ſ. **Aeroſtat.** Allein dieſe Hoffnungen, welche man anfänglich ſich davon verſprach, ſind bald wieder verſchwunden.

Wenn der Himmelsraum, in welchen ſich die Planeten bewegen, mit einer merklich widerſtehenden Materie erfüllt wäre, ſo müßten dadurch die Achſen der Planetenbahnen und die Umlaufszeiten um die Sonne von Zeit zu Zeit kürzer werden. Bisher hat man aber hiervon noch nicht das Geringſte wahrgenommen. Es folgt hieraus, daß die Materie, welche ſich in dieſem Raume befindet, äußerſt dünn ſeyn müſſe.

M. ſ. **Käſtner** Anfangsgründe der höhern Mechanik. Abſchn. I. Cap. 5. S. 64 u. f. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathemat. Th. IV. Mechanik. Greifsw. 1769. 8. XIX Abſchn. **Kramp** Geſchichte der Aeroſtatik. Th. I. Straßb. 1784. 8. Abſchn. X. S. 155 u. f.

Wind (ventus, vent) heißt überhaupt die Bewegung der Luft in der Atmoſphäre. Es iſt bekannt, daß die Luft durch Wärme in einen größern Raum ausgebreitet, und durch die Kälte in einen engern Raum zuſammengezogen wird. Dadurch entſtehen aber nothwendig Bewegungen der Luft, welche natürlich bald langſamer bald geſchwinder erfolgen müſſen, je nachdem die Erwärmung langſamer oder ſchneller und in niedrigern oder höhern Graden Statt findet. Wenn die Geſchwindigkeit der Bewegung der Luft ſehr groß iſt, ſo heißen die Winde ins beſondere **Stürme, Orkane, Windsbrauten.**

Die

α) S. *Faujas de St. Fond* deſcription des expér. de la machine aëroſtatique, Paris 1783. 8. p. 49 ſqq. der deutſch. Ueberſ. Leipz. 1784. 8. S. 41 f.

β) Geſchichte der Aeroſtatik. Straßburg 1784. 8. 11 — 16. Abſchn.

Die Winde erhalten ihren Nahmen nach der Weltgegend, von welcher ſie herkommen, **Nord-, Süd-, Oſt-, Weſtwinde**, und geben eben ſo denjenigen Winden, welche nicht gerade aus einer Hauptgegend wehen, den Nahmen der zugehörigen Nebengegend, als **Südoſtwind** u. ſ. So werden der Richtung nach 32 Winde unterſchieden. M. ſ. **Weltgegenden**.

Man hat gefragt, ob die Bewegung der Luft beym Winde gerade fortſchreitend, oder wellenförmig ſey, oder ob ſie ſich wie der Schall von einem Orte aus nach allen Seiten zu ausbreite. Nach dem gewöhnlichen Gange der Wolken zu urtheilen, iſt die Bewegung der Luft beym Winde geradlinig; auf unſerer Erdfläche hingegen, beſonders in gebirgigen Gegenden, können ſo mancherley verſchiedene Urſachen der Winde Statt finden, daß die Bewegung derſelben nach allen möglichen Richtungen gehen kann.

Die meiſten Winde ſind horizontal, oder weichen doch nicht viel von der horizontalen Richtung ab. Jedoch kann es bisweilen ſelbſt im Luftkreiſe Urſachen geben, wie z. B. bey Gewittern, wo an einer gewiſſen Stelle eine Maſſe von Luft durch ſchnelle Erkältung in einen engen Raum zuſammengebracht wird, da die Luftſtröme nach allen möglichen Richtungen entſtehen können.

Allein es gibt auf der Erde Oerter, wo die Winde das ganze Jahr hindurch **beſtändig** ſind; andere, wo ſie ſich **periodiſch** nach gewiſſen beſtimmten Geſetzen verändern; und noch ſehr viele andere, wo ſie das ganze Jahr hindurch beſtändig veränderlich ſind, und bald von der einen, bald von der andern Weltgegend her wehen.

Zwiſchen den Wendekreiſen, und noch einige Grade über ſelbige hinaus, weht auf dem Weltmeere ein **beſtändiger Oſtwind**, welcher ſich jedoch nordwärts der Linie mehr nach Nordoſt, und ſüdwärts derſelben nach Südoſt zieht, und ſich bey dieſer Abweichung nach dem Stande der Sonne richtet.

Wenn

Wenn nähmlich die Sonne in den nördlichen Zeichen ſteht, ſo zieht ſich dieſer Wind auf der Nordſeite weniger nach Norden, dagegen aber auf der Südſeite mehr nach Süden; und beym Stande der Sonne in den ſüdlichen Zeichen findet gerade das Gegentheil Statt. Die Beſchaffenheit dieſer Winde hat Halley *) zuerſt genauer dargeſtellt, und Muſſchenbroek †) hat nach ihm und Dampier eine Karte geliefert, deren Anblick die Richtungen derſelben deutlich überſehen läßt.

Halley leitete die beſtändigen Winde zwiſchen der heißen Zone aus der Erwärmung der Atmoſphäre auf folgende Art ab. Weil ſich die Sonne beſtändig zwiſchen den Wendekreiſen von Oſten nach Weſten bewegt, ſo wird die Luft an demjenigen Orte, in deſſen Scheitel ſie ſteht, am ſtärkſten erwärmt, und die daſelbſt befindliche Luftſäule verdünnt. Dadurch müſſe ſich aber der ganze Theil der Atmoſphäre erheben, und nach oben auf allen Seiten abfließen. Wegen der Wiederherſtellung des Gleichgewichts müſſe nun die untere kältere Luft von allen Gegenden zufließen; dieſe werde aber durch die Sonne wieder erwärmt, und es müſſe abermahls kältere Luft von unten herbeykommen u. ſ. f. Da ſich aber der Ort, wo dieſes geſchehe, verändere, und mit der Sonne vom Morgen gegen Abend fortrücke, ſo ergieße ſich die erwärmte Luftſäule vorzüglich gegen Morgen zu, und es bewege ſich dagegen die untere kältere Luft beſonders vom Morgen gegen Abend; daher an denjenigen Orten, über welche die Sonne gerade hindurchgehe, und in der Nähe derſelben ein beſtändiger Oſtwind bemerklich ſeyn müſſe. Dieſer Wind müſſe ſich aber auch nach dem Stande der Sonne in der Ecliptik richten, und daraus erkläre ſich, daß ſich dieſer Wind nordwärts der Linie mehr nach Nordoſt, und ſüdwärts derſelben mehr nach Südoſt ziehen müſſe.

D'Alem-

*) An hiſtorical account of the trade-winds and monſoons obſervable in the ſeas between and near the tropiks in d. Philoſ. Tranſ. n. 183. p. 153

†) Introduct. ad philoſ. natur. Tom. II. Tab. LXIV.

D'Alembert *) unterſuchte, welchen Einfluß die Anziehung des Mondes auf die Geſtalt des Luftkreiſes haben müſſe. Er fand, daß dieſe Wirkung auf die Luftmaſſe viel zu geringe ſey, um je durch eine Barometerveränderung merklich zu werden, hieraus müſſe aber doch ein beſtändiger Luftſtrom von Oſten nach Weſten entſtehen, daher man dieſe Urſache bey der Erklärung des beſtändigen Oſtwindes wenigſtens als mitwirkende Urſache anſehen müſſe.

Halley's Erklärung der beſtändigen Oſtwinde der heißen Zone hat Herr Hube **) ſehr wichtige Gründe entgegengeſetzt. Nach ihr, ſagt er, hinge der allgemeine Oſtwind bloß von dem Unterſchiede in der täglichen Wärme des Orts ab. Dieſer Unterſchied iſt aber in den kalten Ländern noch viel größer, als unter der Linie. Daher müßte ſich auch bey uns des Nachmittags die erwärmte weſtliche Luft erheben, und der kältern öſtlichen Platz machen. Und wenn auch dieſer allgemeine Wind bey uns nicht völlig öſtlich, ſondern nordöſtlich wäre, ſo müßte er doch regelmäßig ſeyn. Wir bemerken aber dergleichen nicht, und wollte man Urſachen angeben, die dieſen regelmäßigen Gang verhinderten, ſo müßte man zeigen, daß dieſe Urſachen in der heißen Zone nicht Statt finden.

Ferner folgt aus Halley's Erklärung nicht, daß die Bewegung der Luft nach Oſten den ganzen Tag daure. Bey Sonnenaufgang iſt vielmehr die Luft nach Oſten hin warm und leicht, daher müßte ſie aufſteigen, und die weſtliche kalte und ſchwere dagegen eindringen. Dieſer Weſtwind des Morgens müßte viel ſtärker ſeyn, als der Oſtwind gegen Abend, weil die Wärme den ganzen Tag über nie ſchneller zunimmt, als bey Sonnenaufgange. Allein dergleichen Weſtwind zeigt ſich unter dem Aequator nicht, und bey uns kommen die Winde, die ſich bey Sonnenaufgang erheben, ohne Unterſchied aus allen Weltgegenden. Daher muß man ſchließen, der

*) Réflexions ſur la cauſe générale des vents, pièce, qui a remporté le prix par l'Academ. roy. de Pruſſe pour l'ann. 1746. à Berlin 1747. 4.

**) Ueber die Ausdünſtung ꝛc. Leipz. 1790. 8. Cap. 57.

der Unterſchied in der täglichen Wärme ſey nicht vermögend, einen merklichen Wind zu verurſachen.

Es läßt ſich dieſes auch leicht einſehen, da dieſer Unterſchied im Mittel nicht über 9 bis 10 Grade geht, welches zu wenig iſt, um den Zuſammenhang der Luftmaſſen zu trennen, wozu noch kömmt, daß die Sonne bey ihrer ſcheinbaren täglichen Bewegung in 1 Minute Zeit durch das Zenith vieler Meilen geht, und alſo die Luft auf viele Meilen weit ſo ſchnell in andern Stand bringt, daß ſchon die Kürze der Zeit keine Entſtehung eines Windes geſtattet.

Auch der d'Alembert'ſchen Erklärung durch die Anziehung des Mondes ſetzt Herr Hube entgegen, eine ſolche Veränderung der Schwere der Luftſäulen müßte auf den Stand des Barometers Einfluß haben, auch müßte man in der Stärke des allgemeinen Windes Veränderungen wahrnehmen, die ſich nach dem Stande und der Entfernung des Mondes richteten, wovon ſich doch keine Spur zeige.

Herr Hube ſelbſt leitet den regelmäßigen Oſtwind zwiſchen den Wendekreiſen vielmehr von der Umdrehung der Erde her, welche die Punkte des Aequators ſchneller, als die Stellen der Parallelkreiſe, fortführt. Die untere Luft muß aus beyden Halbkugeln der Erde beſtändig nach den Gegenden um die Linie fließen, weil hier die Hitze beſtändig am größten iſt, daher die leichtere Luft erhoben, und unten von beyden Seiten her durch ſchwerere erſetzt wird. Dieſe zuſtrömende Luft kömmt alſo nach und nach über Punkte, die ſich immer ſchneller gegen Oſten drehen. Da ſie dieſe Geſchwindigkeit nicht augenblicklich mit annehmen kann, ſo bleibt ſie gegen die Oberfläche der Erde nach Weſten zurück und verurſacht dem Körper, dem die Umdrehung ſchneller durch ſie hindurch führt, die Empfindung eines öſtlichen Windes, der ſich nordwärts der Linie in Nordoſt, ſüdwärts in Südoſt verändert. Schon Mariotte *) hat die nähmliche Erklärung des beſtändigen Oſtwindes in der heißen Zone gegeben.

Zu

*) Traité du mouvement des eaux, P. I. diſc. III. in den oeuvr. p. 341 ſqq.

Zu den periodiſchen Winden gehören außer den Paſſatwinden oder Mnſſons, von welchen ein eigener Artikel handelt, auch die abwechſelnden Land- und Seewinde an den Küſten der heißen Zone. Die Landwinde wehen des Nachts nach der See zu; die Seewinde am Tage vom Meere landwärts. So entſteht auf St. Domingo gemeiniglich ein Oſtwind vom Meer her von 10 Uhr Vormittags, hingegen um 6 oder 7 Uhr Abends ein Weſtwind vom Lande, welcher die ganze Nacht hindurch anhält. Die Seewinde ſind an den Vorgebirgen am ſtärkſten, in den Meerbuſen am ſchwächſten, herrſchen rund um die Inſeln, und ſind beym klaren Wetter regelmäßig. Sie gehen aber nie weit ins Land hinein. Die Landwinde gehen auf den Inſeln von der Mitte aus nach allen Seiten; zuweilen reichen ſie kaum bis über die Ufer, zuweilen erſtrecken ſie ſich eine halbe Meile und noch weiter ins Meer hinein. Von den Vorgebirgen kommen die ſchwächſten Landwinde, dagegen ſind ſie in den Meerbuſen die ſtärkſten.

Alle dieſe Wahrnehmungen machen es ſehr wahrſcheinlich, daß die abwechſelnden Land- und Seewinde ihren Grund in der ungleichen Erwärmung und Erkältung der Erde und des Waſſers haben. In der Nacht wird nähmlich das Land ſchneller erkältet, und die untere dichtere Luft verbreitet ſich gegen die auf dem Meere liegende dünnere, dagegen am Tage wegen der ſchnellern und ſtärkern Erwärmung des Landes das Gegentheil Statt hat.

Der Raum, innerhalb welchem die regelmäßigen Winde weder öſtlich noch ſüdlich ſind, fällt nicht, wie man glauben ſollte, in den Aequator ſelbſt, ſondern vom 3 bis 5° nördlicher Breite. In dieſer ſchmalen Zone gibt es ohne Unterlaß Windſtillen mit häufigem Regen begleitet, auch unregelmäßige und ſtürmende Winde, mit Blitz und Donner. Der Grund, warum die beyden großen Luftſtröme nicht im Aequator ſelbſt, als die Mitte beyder Halbkugeln der Erde, zuſammentreffen, liegt in der ungleichen Anhäufung der Wärme, welche durch den längern Aufenthalt der Sonne in der nörd-

lichen Halbkugel hervorgebracht wird. Aepinus *) ſetzt di Wärme beyder Hemiſphäre, wie 14 : 13; wobey aber au die größere Nähe der Sonne im Sommer der nördlichen Län der nicht Rückſicht genommen iſt. Dagegen zeigt Herr Prevoſt β), wie die Lage des Aequators mit dem Verhältniſ der Wärme zuſammenhänge; und findet, das letztere müſſe = 11 : 9 ſeyn, wenn die Gränze vom Aequator 4° entfernt liege.

In den gemäßigten und kalten Zonen herrſchen unbeſtändige Winde. Inzwiſchen wehen faſt an jedem Orte gewiſſe Winde häufiger, als andere; aber ſie finden ſich nicht zu gewiſſen beſtimmten Zeiten und in regelmäßiger Ordnung ein. Dieſe Winde erſtrecken ſich oft über 100 Meilen weit, und führen oft eine wärmere Luft zu, als ſie vorher an dem Orte war. Die Urſache dieſer veränderlichen Winde iſt ſo leicht nicht anzugeben.

Die beſtändigen Winde wehen ſehr gleichförmig und gelinde; ihre Geſchwindigkeit beträgt nicht über 10 bis 15 Fuß in einer Sekunde. Die unbeſtändigen Winde hingegen ſind heftiger und geſchwinder. Bey einer Geſchwindigkeit zwiſchen 40 und 60 Fuß in der Sekunde heißen ſie Stürme, und die noch geſchwindern Orkane. Mariotte ſetzt zwar die Geſchwindigkeit des heftigſten Windes nur auf 32 Pariſer Fuß: allein Derham beobachtete ſchon einen Sturm von 66 engl. Fuß Geſchwindigkeit, wodurch eine ſteinerne Säule von 12 Fuß Höhe, 5 Fuß Breite und 2 Fuß Dicke abgebrochen ward. Kraft beobachtete am 24. März 1741. zu Petersburg einen Orkan, der in einer Sekunde $109\frac{7}{10}$ rheinl. Fuß durchlief, und zu anderer Zeit einen von 123 Fuß.

Dieſe unbeſtändigen Winde wehen nicht mit gleichförmiger Geſchwindigkeit, vielmehr erfolgen ſie gleichſam ſtoßweiſe, oft mit erſtaunlicher Gewalt, legen ſich dann bald wieder, ruhen ſo zu ſagen ein wenig aus, und fangen dann von neuen wieder

*) Cogitationes de diſtributione caloris per tellurem.

β) Ueber die Gränze der regelmäßigen Winde; aus dem journ. de phyſ. 1791. überſ. in Gren's Journ. der Phyſik, B. VIII. S. 88 f.

wieder zu wüthen an. Gewöhnlich ſind ſie auf der See noch viel ſtärker, als auf dem Lande. Es iſt bekannt genug, welche Verwüſtungen Stürme dieſer Art anrichten.

Die Gewalt des Windes hängt von ſeiner Geſchwindigkeit und der Dichte der Luft ab. Muſſchenbroek *) gibt einige Rechnungen hierüber, wobey er annimmt, das Moment des Windes verhalte ſich wie das Produkt der Luftmaſſe in das Quadrat der Geſchwindigkeit. Nach dieſer Vorausſetzung müſſen ſich die Geſchwindigkeiten von Waſſer und Luft, wenn beyde gleich wirken ſollen, wie die Quadratwurzeln ihrer ſpecifiſchen Gewichte verhalten. Auch lehren die Verſuche, daß die Luft etwa 24 Mahl ſchneller, als das Waſſer, ſich fortbewegen müſſe, um mit dieſem eine gleiche Wirkung auf eine ebene Fläche zu thun. Die Kraft des Stoßes eines fließenden Waſſers iſt nun dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich, welche die geſtoßene Ebene zur Grundfläche, und die der Geſchwindigkeit zugehörige Höhe zur Höhe hat. Wenn daher das Waſſer in einer Sekunde 1 Pariſer Fuß durchläuft, ſo wird die Kraft des Stoßes auf 1 Quadratfuß Fläche dem Gewichte von $\frac{1}{60}$ Cubikfuß Waſſer gleich, oder, wenn man den Cubikfuß Waſſer = 63 Pfund ſchwer ſetzt, $1\frac{1}{20}$ Pfund ſeyn. Eben ſo groß iſt die Gewalt eines Windſtoßes, welcher in 1 Sekunde 24 Fuß durchläuft.

Der ſtärkſte beobachtete Sturmwind von 123 Fuß Geſchwindigkeit geht ungefähr $5\frac{1}{8}$ Mahl ſchneller, wird folglich etwa 26 Mahl ſtärker wirken, und auf ein Quadratfuß Fläche mit einer Gewalt von $16 . 1\frac{1}{20}$ oder etwa 27 Pfund ſtoßen. Hieraus läßt ſich nun leicht ein Ueberſchlag machen, daß er auf einen 58 Fuß hohen Baum mit einer Krone von 50 Fuß Breite und einem Stamme von 10 Fuß Höhe eine Kraft von 4200000 Pfund, und auf einen Thurm, welcher 150 Fuß hoch, und auf jeder Seite 30 Fuß breit iſt, eine von mehr als 9 Millionen Pfund ausüben müſſe.

Auf denſelben Gründen beruhet die Rechnung des Windſtoßes gegen ebene Flächen, welche derſelbe entweder nach

Ss 2 ſenkrech-

*) Introd. ad phil. nat. Tom. II. §. 2619 ſqq.

ſenkrechten, oder ſchiefen Richtungen, wie bey den Win mühlenflügeln, trifft. **Karſten** *) hat die ganze Theo mit gehörigen Anwendungen zuſammenhängend vorgetrag Man nimmt gewöhnlich an, der Druck, den eine auf d Richtung des Windes ſenkrechte Fläche $= \beta$ leidet, wenn d Windes-Geſchwindigkeit der Höhe α zugehört, und die Dic tigkeit der Luft $= \gamma$ geſetzt wird, ſey $= \alpha\beta\gamma$. Dieß ſtimm mit **Newton's** Theorie vom Widerſtande überein, welche auch nothwendig Statt haben muß, indem der Erfolg de nähmliche bleibt, es mag ſich die feſte ebene Fläche in der ru henden flüſſigen Materie bewegen, oder umgekehrt die flüſ ſige Materie mit gleicher Geſchwindigkeit gegen die ruhende Fläche ſtoßen. Man kann daher auch $R = 2\lambda\alpha\beta\gamma$ ſetzen, wo der Werth von λ für jeden beſondern Fall durch Er fahrungen beſtimmt werden muß. M. ſ. **Widerſtand der Mittel.**

Beym ſchiefen Stoße unter dem Neigungswinkel ω nimmt man den lothrechten Druck des Windes gegen die ebene Fläche $= \alpha\beta\gamma . \sin. \omega^2$ an; die Gründe aber, worauf dieß Geſetz beruhet, ſind ebenfalls ſehr mangelhaft. Ueberhaupt iſt dieſe Lehre vom Stoße und Widerſtande flüſſiger Materien ſo großen Schwierigkeiten ausgeſetzt, daß **Euler** β) ſelbſt ur theilt, eine richtige und ſcharfe Theorie derſelben zu geben, überſteige die Kräfte des menſchlichen Verſtandes.

Alle Winde werden, nach Beſchaffenheit der Orte, von welchen ſie kommen und über welche ſie weggegangen ſind, warm oder kalt, trocken oder feucht ſeyn. So ſind alle Winde, die von den Polen, von hohen mit Schnee bedeckten Bergen und von der See herkommen, kalt, indeß die, die von der Seite der Linie ausgehen, zumahl wenn ſie ihren Weg über feſtes Land genommen haben, welches ununterbrochen den ſenkrechten Strahlen der Sonne ausgeſetzt war, und die, welche von ebenen Gegenden herkommen, warm und brennend

heiß

*) Lehrbegriff der geſammten Mathem. Th. VI. 1771. Pnevmatik, Abſchn. IX

β) Dilucidationes de reſiſtentia fluidorum, in comment. Petropol. Tom. VIII. p. 200.

heiß ſind; ſo iſt der Oſtwind von der ganzen weſtlichen Küſte von Afrika ungemein warm, auf der öſtlichen Küſte von Amerika aber iſt er kühl. Die Weſtwinde ſind in Europa kalt, und eben dieß gilt auch zur Winterszeit vom Oſtwinde, der hingegen im Sommer warm iſt; der Südwind iſt es noch mehr, ob er gleich einen Theil der Wärme, den er beſaß, als er von Afrika ausging, über dem mittelländiſchen Meere abgeſetzt hat. Indeſſen kann der Südwind für diejenigen Länder, welche an der Nordſeite großer Gebirge liegen, kalt ſeyn; denn wenn z. B. die Alpen mit Schnee bedeckt ſind, ſo wird dieſer Wind in die Gegenden, die ihre Lage an der Nordſeite derſelben haben, Kälte bringen. Auch in Hinſicht der Orte, durch welche die Winde ihren Gang genommen haben, werden ſie trocken oder naß ſeyn; überhaupt ſind diejenigen, welche über große Striche feſten Landes gegangen ſind, trocken, indeß diejenigen, die über das Meer herkommen, regnicht ſind. So ſind z. B. für Frankreich die Südwinde, die über das mittelländiſche Meer gehen, und die Weſtwinde, die ihren Weg über das atlantiſche Meer genommen haben, naß, die Oſt- und Nordoſtwinde hingegen, die über große Striche feſten Landes gegangen ſind, ſind ſehr trocken.

Ariſtoteles α), Seneca β) und Plinius γ) erwähnen beſondere Arten plötzlicher Stürme und Orkane (repentini flatus) unter den Nahmen Preſter, Exhydria, Ecnephias, Typhon. Der Preſter ſoll ein mit Blitzen begleiteter Sturmwind ſeyn, und wird insgemein für das jetzt unter dem Nahmen der Waſſerhoſe bekannte Meteor angenommen. M. ſ. Waſſerhoſe. Die Exhydria, wobey eine Menge Waſſer herabſtürzt, wird gewöhnlich für den Wolkenbruch erklärt; ſo wie der Eknephias, welcher aus einer Wolke hervorbricht, den im äthiopiſchen Meere, und vornehmlich am Cap der guten Hoffnung vorkommenden ſo genannten Travados ähnlich zu ſeyn ſcheint. Dieſe Travados beſte-

α) Meteor. I. III.
β) Quaeſt. natur. V. 12.
γ) Hiſtor. natur. II. 48.

hen aus kleinen ſchwarzen Wolken, welche ſich bey ſtillem und klarem Wetter zeigen, innerhalb einer kleinen Stunde ſich weit verbreiten, und die ſchrecklichſten Stürme hervorbringen, welche zuweilen den ganzen Compaß durchlaufen, Schiffe umwerfen, und Alles, was ihnen vorkömmt, zerſtören. Auf der Küſte von Guinea gibt es deren oft 2 bis 3 des Tages, im Aprill, May und Juni; imgleichen in Loango, Guardaſui und auf dem Cap der guten Hoffnung, wo beſonders die Travaden vom Tafelberge unter dem Nahmen des Ochſenauges bekannt ſind. Der Typhon wird als ein heftiger, ebenfalls aus einer Wolke hervorbrechender, Wirbelwind beſchrieben.

Die Wirbelwinde (turbines) beſtehen aus einer Luftſäule, welche mit Heftigkeit um ihre Achſe gedrehet wird, und zugleich eine fortgehende Bewegung zeigt. Ihre Wirkungen ſind oft ſehr gewaltſam.

Unter den Winden, welche eigene Beſchaffenheiten beſitzen, ſind vorzüglich einige in den heißen Ländern merkwürdig. Dahin gehört der Sirocco, welcher in Italien und noch heftiger in Sicilien wehet; er erſtreckt ſich über einen großen Theil des mittelländiſchen Meeres, ja er dringt bis in die Schweiz, wo er unter dem Nahmen des Foen bekannt iſt. Zu Palermo ſoll er höchſtens nur 40 Stunden anhalten, in Italien aber zuweilen mehrere Tage, ja Wochen nach einander wehen. Er kommt aus den heißen Sandwüſten von Afrika, und ermattet Menſchen und Thiere. Die Atmoſphäre iſt, ſo lange er wehet, trübe und neblich, ſo daß die Sonne nicht ſcheint, ungeachtet man keine Wolken am Himmel ſieht. Aehnliche Winde, die aber noch viel heißer und zuweilen tödtlich ſind, hat man in Egypten, Arabien, Perſien und andern heißen Ländern. Sie kommen allezeit aus Sandwüſten, und haben daher auch in verſchiedenen Gegenden ganz verſchiedene Richtungen. Dagegen hat der Hermattan, ein Oſtwind auf der Küſte von Senegal, in einigen Gegenden keine vorzügliche Wärme. Er iſt aber äußerſt trocken, und ebenfalls mit einer neblichen Luft begleitet. Man kann

oft,

oft, wenn der Hermattan wehet, nicht 20 Schritte weit ſehen, und es ſondert ſich zuweilen, wenn es ſich nachher aufkläret, ein bräunlicher unfühlbarer Staub aus der Luft, der Alles Linien dick bedeckt. Aber der gefährlichſte unter dieſen außerordentlichen Winden iſt derjenige, welchen die Araber Sam, Smum oder Samiel nennen. Er iſt an den Gränzen von Arabien und um Mecka, um den Euphrat und in Perſien bekannt. Seine Ankunft erkennt man an einer feurigen Röthe, die ſich am Himmel zeigt. Man hört ein Ziſchen und Praſſeln in der Luft, indem er ſich erhebt, und er tödtet, wie der Blitz, Menſchen und Thiere, die ihn einathmen, in einem Augenblicke. Dieſer heiße Wind kommt ebenfalls alle Zeit aus brennenden Sandwüſten, er hält aber nur etwa eine Viertelſtunde an. Man muß ſich mit dem Geſichte auf die Erde werfen, wenn man ſeiner Wuth entgehen will; und ſelbſt die Thiere ſenken ihre Köpfe, und halten ſie dicht an die Erde, wenn dieſer Wind ankömmt. Befindet man ſich aber mitten auf einem Fluſſe, ſo hat man von ihm nichts zu befürchten. Die Körper der Menſchen und Thiere, welche er tödtet, faulen außerordentlich ſchnell. Herr Hube iſt der Meinung, daß alle dieſe Winde mit Elektricität überladen ſind, beſonders aber der Smum.

Was die Theorie der Winde betrifft, welche für die Meteorologie ſo wichtig ſeyn würde, ſo iſt dieſe immer noch ſehr unvollkommen. Ein vorzüglich ſchönes Beyſpiel der Methode, geſammelte Erfahrungen zu ordnen, und von ihnen zur Entdeckung der phyſiſchen Geſetze und Urſachen fortzugehen, gab Baco von Verulam *) an der Lehre von den Winden. Er handelt in ſelbiger von den allgemeinen, periodiſchen, und in einem Lande oder einer Jahrszeit eigenthümlichen Winden, von den Gegenden des Himmels, woher ſie wehen, von ihren verſchiedenen Eigenſchaften, von ihrem örtlichen und zufälligen Urſprunge, von den außerordentlich und plötzlich entſtehenden Winden, von den Urſachen, die ſie verſtärken und ſchwächen, von ihren Geſetzen in Rück-

*) Hiſtoria natur. et experim. de ventis; in opp. 1665. p. 439.

ſicht der Zeit und des Raumes, von ihrer Nacheinanderfolge, ihren Bewegungen, Wirkungen, ihren Vorherſagungen und von den verſchiedenen Methoden, ſie nachzuahmen. Den vorzüglichſten Grund aller dieſer Winde ſetzt **Baco** in die Erwärmung und Erkältung der Atmoſphäre. Ueberhaupt haben alle, welche von der Theorie der Winde geſchrieben haben, als **Colepreß** [α]), **Garden** [β]), **Wargertin** [γ]), **Strahl** [δ]) u. a. Erwärmung und Erkältung als Haupturſachen von der Entſtehung der Winde angenommen.

Muſſchenbroek [ε]) theilt die Urſachen der unbeſtändigen Winde in vier Claſſen, je nachdem ſie ſich unter der Erde, auf der Erdfläche, im Luftkreiſe, oder endlich über demſelben befinden. Von den unterirdiſchen Winden, welche aus den **Aeolushöhlen** hervorbrechen, zeugen viele Beobachtungen. Als Urſachen derſelben laſſen ſich ungleiche Erwärmung und Erkältung in communicirenden Gängen, Wind durch einen Fall des Waſſers veranlaßt, unterirdiſches Feuer, Erdbeben, Durchſtreichen des äußern Windes durch Gänge unter der Erde u. ſ. f. angeben. Bisweilen brechen ſolche Winde aus dem Meergrunde hervor, und verurſachen ein Aufwallen und Brauſen des Waſſers. Auf der Erdfläche gibt es beynahe unzählbare Umſtände, welche die Luft bewegen können, die Meereswellen, aufſteigende Dünſte, ſtarke Feuer und Exploſionen, das Schmelzen des Schnees, Fall der Körper, Gährung und Fäulniß der Körper, durch die Menge entwickelter elaſtiſcher Materien u. ſ. f. Im Luftkreiſe aber iſt ohne Zweifel der Sitz der vornehmſten Urſachen, die Verdichtung und Verdünnung der Luft durch Kälte und Wärme, durch Aufſteigen der Dünſte und Herabfallen des Regens, durch Erweiterung und Zuſammendrückung der Wolken, die Luftelektricität, die Erkältung der Luftſäulen durch den Schatten

der

[α]) Philoſ. Transact. n. 26.
[β]) Philoſ. Transact. n. 175.
[γ]) Schwed. Abhandl. B. XXIV. v. J. 1762. S. 174 f.
[δ]) Theorie des Windes und der Kälte, in den Leipz. Samml. zur Phyſik u. Naturgeſch. B. II. St. 5. S. 575.
[ε]) Introd. ad phil. nat. Tom. II. §. 2604 ſqq.

der Wolken, und das Aufbrauſen verſchiedener einander begegnenden Ausdünſtungen, wodurch elaſtiſche Materie ſich erzeugt, endlich der Bliz, indem er die Luft aus der Stelle treibt, und andere veranlaßt, ſich in den leeren Raum zu ergießen. Ueber dem Luftkreiſe endlich finden ſich noch Urſachen der Winde in der Anziehung der Sonne, und vornehmlich des Mondes, welche auf die Luft eben ſo, wie auf das Meer wirken.

Herr de Lüc *) führt als die am beſten bekannten Urſachen der regelmäßigen Winde den jährlichen und täglichen Lauf der Sonne, nebſt der Bewegung an, welche der Luft durch die Umwälzung der Erde um ihre Achſe mitgetheilt wird. Dieſe leztere nähmlich muß derjenigen Luft, welche vom Aequator in die nördlichen Polarkreiſe übergeführt wird, wo die Umdrehung langſamer erfolgt, eine Richtung nach Oſten geben, weil dieſe Luft die ihr mitgetheilte ſtärkere Bewegung nach dieſer Gegend noch eine Zeit lang beybehält, dadurch muß ſich der Wind, welcher eigentlich Süd ſeyn ſollte, in Südweſt verwandeln. Die umgekehrte Urſache muß für uns die Nordwinde in Nordoſt verwandeln. Da aber die Winde bey weiten nicht das Regelmäßige zeigen, welches dieſe Urſachen allein hervorbringen müßten, ſo muß es noch andere und wirkſamere geben. Nach Herrn de Lüc's Urtheile gehören dahin die Ausdünſtung und der Regen, wovon lezterer, wenn er plözlich entſteht, faſt alle Zeit mit Sturm begleitet iſt. Auch hatte ſchon de Sauſſüre β) beyde zur Erklärung gewiſſer Winde gebraucht, wobey er glaubte, daß theils die elaſtiſchen Dünſte bey ihrer plözlichen Verdichtung zu tropfbarem Waſſer leere Räume veranlaſſen, theils der Regen ſelbſt wieder elaſtiſchen Dunſt erzeuge, und dadurch eine merkliche Ausdehnung in der Luft verurſache. Allein de Lüc zeigt, daß die gewöhnliche Art, Ausdünſtung und Regen zu betrachten, zu Erklärung der gewaltſamen Stürme, welche ſo oft vor den Gewittern und Plazregen vorhergehen,

*) Neue Ideen über die Meteorologie, Th. II. §. 840 f.
β) Eſſai ſur l'hygrometrie. Eſſai IV. §. 283.

nicht hinreichend ſey. Vielmehr ſucht er die wahre Urſache dieſer großen Windſtöße in den ſchnellen Verwandlungen, die ſich in der Atmoſphäre zutragen. Wenn die Dünſte, welche ſich durch die Ausdünſtung in die Atmoſphäre erhoben hatten, eine Zeit lang in ſelbiger in Luftgeſtalt befindlich geweſen ſind, ſo werden ſie vielleicht plötzlich und mit großer Zunahme des Volumens wiederum in Waſſerdunſt verwandelt, und dieſer verdichtet ſich nun mit ſtarker Abnahme des Volumens zu tropfbarem Waſſer. Aus ſo ſchnellen und ſtarken Veränderungen des Volumens werden die Stürme und Windſtöße ſehr begreiflich, welche man bey plötzlicher Bildung der Wolken und bey Platzregen faſt alle Mahl wahrnimmt. Und wenn nach Herrn de Lüc's Meinung die Wolken keine beſtimmte bleibende Maſſen, ſondern nur vorüber gehende Erſcheinungen ſind, welche alle Augenblicke zerſtört und wieder erzeugt werden (m. ſ. Wolken), ſo erklärt ſich auch hieraus der Umſtand von lang anhaltenden Winden.

Nach Herrn Hube ſind die vorzüglichſten Urſachen der veränderlichen Winde die Verſchiedenheit in der Erwärmung durch die Sonne, Ausdünſtung und Elektricität. Wenn die kalte Luft der Pole nach den wärmern Gegenden fortfließt, ſo muß ſie bald eine ſtarke Abweichung von Oſten nach Weſten erhalten, weil die Geſchwindigkeit der Oberfläche der Erde aus ihrer Umdrehung nirgend ſo ungemein ſchnell zunimmt, als nahe an den Polen. Daher ſind auf den dortigen Eismeeren die Oſtwinde ſo gewöhnlich. Auch wir haben im Frühjahre häufige Oſtwinde, weil uns nach Oſten zu gebirgige, von großen und offenen Meeren weit entfernte kalte Länder liegen, die ſich ſpät von der Sonne erwärmen, und alſo vorzüglich im Frühjahre eine viel kältere Luft zu haben pflegen, als wir. Auf dem mittelländiſchen Meere herrſchen, wegen der hohen Gebirge der ſyriſchen Küſte, die Oſtwinde nicht allein im Frühlinge, ſondern auch im Herbſte, weil das Meer ſeine Hitze nicht ſo geſchwind verliert, als das feſte Land; und die ſüdlichen Winde, welche im Winter

auf

auf dem rothen Meere ſo gemein ſind, entſpringen wahrſcheinlich auf den kalten Gebirgen von Abyſſinien.

Die Verſchiedenheit in der Sonnenwärme macht auch, daß oft aus beſchatteten Thälern zwiſchen hohen Bergen, oder aus engen Oeffnungen tiefer Berghöhlen, des Sommers bey Tage Winde herausfahren, die um deſto heftiger werden, je mehr die Hitze des Tages zunimmt, gegen die Nacht aber aufhören, weil alsdann die äußere freye Luft noch kühler iſt, als die eingeſchloſſene innere. Eben ſo entſtehen, vorzüglich im Sommer, zwiſchen nahe gelegenen Ländern oft Winde, wenn das eine, entweder weil es dicke Gewölke beſchatten, oder häufige Regen erkälten, oder auch aus andern Urſachen von der Sonne viel weniger erwärmt wird, als das andere. Solche Winde legen ſich meiſten Theils des Abends, und fangen nachher am folgenden Tage wieder an.

Eine andere Art der Winde leitet Hube ſeinem Syſteme gemäß aus ſtarken und ſchnellen Auflöſungen der Dünſte von der erſten Art her, wobey die Luft ihr eigenthümliches Gewicht behält, oder wohl gar wegen der Erkältung durch die Auflöſung noch ſchwerer wird, alſo von unten dahin fließt, wo ſie den wenigſten Widerſtand findet. So entſtehen die Schneewinde, auch Winde aus regnenden Wolken, die über eine heiße, trockene und ſtille Luft wegziehen, ingleichen nach ſtillem und ſtarkem Regen, wenn die Wolken ſich zertheilen, nicht weniger Winde bey ſtarken und hohen Waſſerfällen.

Der merkwürdigſte dieſer Art iſt der ſchwache Oſtwind, welcher ſich bey ſtillem und heiterem Wetter kurz vor Sonnenaufgang zu erheben, eine oder zwey Stunden anzuhalten, und nachher aufzuhören pflegt. Er iſt alle Mahl, und vorzüglich im Winter kalt, in gebirgigen Gegenden häufiger, als in ebenen, und meiſten Theils bloß auf dem feſten Lande zu bemerken. Er entſteht auf folgende Art: Die Luft auf dem feſten Lande wird nach heitern Tagen die Nacht über in der Tiefe nach und nach viel kälter, als oben; dadurch wird der Unterſchied in der Ziehkraft der obern und der untern Luft noch größer, als er außer dem ſchon ſeyn würde. Die Dünſte

alſo

alſo und die vielen noch nicht ganz aufgelöſeten Waſſertheilchen, mit welchen ſich die untere Luft bey einer Ausdünſtung der erſten Art bey Tage ausfüllt, ſteigen die Nacht über um deſto ſchneller in die Höhe, und häufen ſich daſelbſt an. Nun werden die Waſſertheilchen von den erſten Strahlen der Sonne, noch ehe die Sonne unten aufgehet, getroffen; ſie erwärmen ſich mit der Luft, in welcher ſie hängen; die Ziehkraft der Luft nimmt durch die Wärme und die damit verbundene Ausdehnung zu; ſie fängt, weil ſie dünn iſt, an, die Waſſertheilchen auf die erſte Art aufzulöſen; ſie wird dadurch plötzlich ausgedehnt, kälter und ſpecifiſch ſchwerer; ſie fällt alſo herunter mit Waſſertheilchen beladen, erkältet die untere Luft, und hat Zeit genug zu fallen, da die Dämmerung bey uns lange dauert. Allein ſie fällt nicht gerade herab, ſondern mit einer Abweichung gegen Weſten, weil nach Oſten hin die Atmoſphäre indeſſen beſtändig auf eine größere Tiefe von der Sonne erwärmt und ausgedehnt wird, als gegen Weſten. So fängt, wenn in der obern Luft Waſſertheilchen genug vorhanden ſind, zuletzt ein kalter Oſtwind an merklich zu werden, der aber nur ein Paar Stunden nach Sonnenaufgang anhält, weil die untere Luft nach und nach immer wärmer wird, und ein Paar Stunden nach dem Aufgange der Sonne ſich ſchon ſtärker zu erwärmen und auszudehnen anfängt, als die obere. Dieſer ſchwache, aber kalte Oſtwind befördert den Morgenthau, und macht, daß die Kälte kurz vor Sonnenaufgang in der Atmoſphäre von oben gegen die Erde herunter zu ſteigen ſcheint.

Endlich gibt es noch eine andere Art Winde, welche in allen kalten Ländern ſehr gemein und ſchon oben erwähnt ſind. Dieſe laſſen ſich weder durch Erkältung noch Ausdünſtung erklären, weil ſie im erſtern Falle nie wärmere Luft herbeyführen, im zweyten ſich nicht ſo weit erſtrecken könnten. Sie finden ſich nie in heißen Ländern, und müſſen alſo eine ganz beſondere Urſache haben. Nach Herrn Hube liegt dieſe bloß in der Elektricität, von der er annimmt, daß ſie bisweilen die Elaſticität der in der Luft aufgelöſeten Dünſte, jedoch

bloß

bloß der Dünſte der zweyten Art, anſehnlich verſtärke. M. ſ. Barometerveränderungen.

M. ſ. *Muſſchenbroek* introd. ad philoſ. natur. T. II. §. 2548 ſqq. Torb. Bergmann phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel durch Röhl. B. II. S. 88 f. Hube vollſt. und faßl. Unterricht in der Naturlehre. B. II. Leipz. 1793. 34ſter bis 37ſter Brief. De la Metherie Theorie der Erde; a. d. Fr. durch Eſchenbach. Leipz. 1797. 8. Th. I. S. 175 ff.

Windharfe ſ. Wetterharfe.

Windbüchſe (ſclopetum pnevmaticum, fuſil à vent) iſt ein Schießgewehr, welches eine ſolche Einrichtung beſitzt, daß eine ſtark verdichtete Luft ſtatt des Schießpulvers Kugeln auf die gewöhnliche Art in einem Laufe forttreibt.

Wo und von wem dieſes Gewehr erfunden worden iſt, iſt unbekannt. Muſſchenbroek [a]) führt an, daß ſich in der Gewehrkammer eines Deutſchen, des Herrn von Schmettau, eine ſehr vollkommene Windbüchſe mit der Jahrzahl 1474. befunden habe. Der Gebrauch der Windbüchſen wurde aber im ſiebenzehnten Jahrhunderte wegen der entdeckten mechaniſchen Eigenſchaften der Luft häufiger, als vorher. Merſenna [b]) war der erſte, der ihre Einrichtung, den Gebrauch und die Stärke derſelben beſchrieb. Die Deutſchen und beſonders die nürnbergiſchen Künſtler haben größere unter dem Nahmen Windkanonen verfertigt, welche Kugeln bis 4 Pfund ſchwer treiben, und damit in einer Entfernung von 400 Schritten ein 2 Zoll dickes Bret durchbohrten.

Das Weſentlichſte an einer Windbüchſe iſt eine hinlänglich feſte Windkammer, worin die Luft comprimiret wird. Dieſe befindet ſich gleich unmittelbar an dem Schwanzſtücke des Laufs, und iſt von dieſem durch ein Ventil getrennt, das ſo lange verſchloſſen bleibt, bis eine Kugel abgeſchoſſen werden ſoll. Das Ventil wird vermittelſt eines kleinen Drückers geöffnet, ſo wie er beym Flintenſchloß ſonſt gewöhnlich iſt. Die ganze Einrichtung iſt übrigens ſo gemacht, daß das Ventil

[a]) Introduct. T. II. §. 2512.
[b]) Phaenom. pnevmat. prop. 22. 23.

Ventil jedes Mahl nur wenige Augenblicke offen bleibt, damit nur ſo viel Luft herausgehe, als eine Kugel fortzutreiben nöthig iſt; und davon hat man die Bequemlichkeit, daß mehrere Schüſſe nach einander geſchehen können, ohne daß es nothwendig wäre, von neuen Luft einzupumpen.

Die gemeinen Windbüchſen mit einfachem Laufe haben die Windkammer im Schafte, den man vom Laufe abſchrauben und ſtatt deſſen eine Druckpumpe anſchrauben kann, welche die Luft zu comprimiren dient. Damit man dieſe Verdichtung der eingeſchloſſenen Luft deſto weiter treiben könne, verbindet man auch wohl mit der Pumpe eine Druckſtange, indem man die Stempelſtange an der Wand des Zimmers ſo befeſtiget, daß ſie ſich daſelbſt frey drehen kann. Das andere Ende aber wird mit den Händen angegriffen, und ſo um den Schaft mit der Pumpe wechſelsweiſe gehoben und niedergedrückt [α]).

Andere Windbüchſen beſitzen einen doppelten Lauf aus zwey Cylindern, wovon der eine in den andern ſteckt, ſo daß beyde eine gemeinſchaftliche geometriſche Achſe haben. Dieſer Lauf iſt an einem gewöhnlichen Flintenſchaft befeſtigt, und in dem letztern eine kleine Druckpumpe angebracht, welche die Luft in dem Raume zwiſchen beyden Läufen zu verdichten dient. Die Stempelſtange wird da, wo ſie aus dem Schafte hervorragt, mit einem Ringe verſehen, durch welchen man einen eiſernen Bolzen ſteckt, wann die Luft eingepumpt werden ſoll. Auf den Bolzen tritt man alsdann mit den Füßen, greift den Lauf der Windbüchſe mit den Händen an, und kann auf ſolche Art nur durch abwechſelndes Heben und Niederdrücken der ganzen Windbüchſe das Einpumpen bewerkſtelligen.

Nollet [β]) hält die Windbüchſen mehr für curiöſe als nützliche Werkzeuge, weil ſie nicht ſo dauerhaft, bequem und ſo ſicher zum Gebrauche ſind, als andere Schießgewehre; auch tadelt er ſie wegen ihrer Wirkung im Stillen als ein gefährli-

α) S. *Muſſchenbroek* introd. Tom. II. §. 2111.

β) Leçons de phyſ. exper. Tom. III. leç. X. Sect. I. cap. 7.

fährliches Werkzeug. Dieſer letzte Grund betrifft aber bloß den Mißbrauch der Sache, und der erſte hängt von der Geſchicklichkeit des Künſtlers ab. Von den Windbüchſen pflegt man nicht ſo viel Wirkung als von andern Schießgewehren zu erwarten, und es iſt doch wenigſtens ein nicht zu verachtender Vortheil, daß man ſich ihrer an Orten bedienen kann, ſchädliche Thiere zu tödten, wo anderes Geſchütz wegen Feuersgefahr zu gebrauchen nicht rathſam wäre.

Die Theorie von den Windbüchſen wird von **Karſten** α) abgehandelt. Wenn man nach **Regnault** die Luft in den Windbüchſen 100 Mahl dichter machen könne, als die natürliche iſt, ſo findet **Karſten** bey der Länge des Laufs 4 Fuß, dem Durchmeſſer der Kugel $\frac{3}{8}$ Zoll, der Länge des Raums, welcher anfänglich die verdichtete Luft enthält, = 2 Zoll, daß die Bleykugel mit einer Geſchwindigkeit von 654 Pariſ. Fuß in einer Sekunde aus dem Laufe getrieben wird, welche Angabe aber wegen des Gegendrucks und Widerſtandes der Atmoſphäre auf 628 Fuß herabzuſetzen iſt.

Winde ſ. **Rad an der Welle.**

Windkugel, Dampfkugel, Aeolipila (aeolipila, eolipile) iſt ein hohles metallenes Gefäß in Form einer Kugel oder Birne, an welcher ſich eine lange, bisweilen umgebogene, Röhre mit einer engen Oeffnung befindet. Wenn in einem ſolchen Gefäße etwas Waſſer über Kohlen bis zum Sieden gebracht wird, ſo dringt der dadurch entſtandene Dampf aus der engen Oeffnung des Schnabels hervor, und verurſacht einen ſehr lebhaften und anhaltenden Wind.

Die Windkugeln ſind ſchon den Alten bekannt geweſen. **Vitruv** β) führt ſie an, um aus ihnen den Wind zu erklären, zu welcher Abſicht ſie auch von **Carteſius** γ) erwähnt werden. **Mariotte** δ) widerlegte aber ſchon dieſe Meinung, und bewies ſehr richtig, daß ſich im Luftkreiſe gar

keine

α) Lehrbegr. der geſammt. Mathem. Th. VI. Pneumat. Abſchn. IX.
β) Architectura. Lib. I. cap. 6.
γ) Meteor. cap. IV. §. 2.
δ) Traité du mouvement des eaux. P. I. diſc. III. in den oeuvres, p. 431 ſqq.

keine ſo heftige Verdampfung des Waſſers durch Hitze, und keine ähnliche Sperrung der erzeugten Dämpfe, wie bey der Dampfkugel gedenken laſſe.

Wolf *) hat von den Dampfkugeln ausführlich gehandelt. Die ſeinige war eine kupferne Kugel von 37 Linien im Durchmeſſer; ihre Röhre hatte an der Kugel 5½ Linie, an der Oeffnung kaum ½ Linie Durchmeſſer, ſo daß man nur mit einer dünnen Stecknadel hinein kommen konnte. Um Waſſer in ein ſolches Gefäß hinein zu bringen, muß man ſie leer über glühende Kohlen halten, damit ein Theil Luft herausgetrieben werde, hiernächſt ſteckt man den Schnabel unter Waſſer, da nach der Erkaltung der Kugel Waſſer durch den Druck der Atmoſphäre hineingetrieben wird. Sonſt hat man auch Windkugeln, an welchen ſich der Schnabel abſchrauben und die Kugel mit Waſſer anfüllen läßt.

Wolf brachte an die Oeffnung der Dampfkugel, wo der herausgehende Dampf noch dicht bey einander iſt, ein gläſernes cylindriſches Gefäß, um den Dampf hinein gehen zu laſſen, hier fand er, daß das Glas inwendig überall naß wurde, und endlich unten ſich Waſſer anſammelte. Um aber noch beſſer zu zeigen, daß flüſſige Materien in Dampfkugeln nur in Dünſte aufgelöſet werden, keines Weges aber, wie man ſonſt glaubte, in wahre Luft übergehen, löſete er Kampher in Weingeiſt auf und füllte mit dieſer Auflöſung die Dampfkugel. Die Dämpfe dieſer Auflöſung verdichteten ſich in kälterer Luft wieder zu eben demſelben Weingeiſt mit Beybehaltung des Kamphergeruchs und Geſchmacks, ja an einigen Orten legte ſich Kampher an. Ueber dieß ließ ſich der Kampherſtrahl entzünden, wenn er ihn durch die Flamme eines Lichts gehen ließ, wobey er aber den Docht nicht treffen durfte, weil der Strahl ſonſt das Licht ausblies.

Windmeſſer, Anemometer (anemometrum, anemométre) ſind eigene Vorrichtungen, die Stärke und Geſchwindigkeit des Windes damit zu meſſen. Man unterſcheide dieſe Werkzeuge von den **Anemoſkopen, Plagoſkopen,**

*) Nützliche Verſuche, Th. I. Cap. VII.

ſkopen, Windzeigern, als welche bloß die Richtung des Windes zu zeigen dienen. M. ſ. Anemoſkop. Man hat eine Menge von Einrichtungen dieſer Werkzeuge in Vorſchlag gebracht, allein noch keine einzige hat der Abſicht, die man dadurch zu erreichen glaubte, ein Genüge gethan.

Es laſſen ſich die vorgeſchlagenen Werkzeuge dieſer Art auf zwey Klaſſen bringen, deren erſte eine Maſchine durch Windflügel umtreiben läßt, die zweyte aber weit einfacher den Windſtoß mit einer ebenen Fläche auffängt, um ſeine Stärke und Geſchwindigkeit aus dem Winkel zu beſtimmen, um welche dieſe Fläche gehoben oder aus der vertikalen Stellung gebracht wird.

Ein Anemometer von der erſten Klaſſe beſchreibt Wolf *). Es beſteht dieſes aus einer Welle mit vier kleinen Windflügeln. Dieſe Welle iſt mit einigen Schraubengängen verſehen, welche als Schraube ohne Ende in ein Stirnrad eingreifen. Mit der Achſe dieſes Stirnrades iſt der Arm eines Hebels rechtwinkelig verbunden, und am Ende desſelben ein Gewicht angebracht. Wenn gar kein Wind geht, ſo ſteht dieſer Arm vertikal herabwärts; beym Umlaufe des Flügels aber wird er mit der Achſe des Rades umgedreht, und das Gewicht gehoben. Weil nun auf ſolche Art auch das Moment des Gewichts wächſt, ſo kann es jeder Windſtoß nur auf eine gewiſſe Höhe heben. Wenn aber die Stärke des Windſtoßes nachläßt, ſo bleibt das Gewicht ſtehen, weil das Stirnrad die Schraube ohne Ende nicht zurückdrehen kann. Erfolgt ein noch ſtärkerer Windſtoß, ſo drehet dieſer das Rad noch ein wenig fort, und hebt dadurch den Hebelarm mit dem Gewichte noch etwas weiter. Zuletzt zeigt alſo dieſes Werkzeug die Wirkung des ſtärkſten Windſtoßes an, welcher während der Zeit ſeiner Ausſetzung in den Wind die Flügel getroffen hat. Die Größe dieſer Wirkung wird durch einen Winkel beſtimmt, den ein Zeiger an der Achſe des Stirnrades an einem in ſeine Grade getheilten Quadranten angibt. Die

*) Elementa aerometr. 1709. prop. 109.

Die eigentliche Stärke und Geſchwindigkeit des Windſtoßes aber müßte erſt durch die Einrichtung der ganzen Maſchine berechnet werden; allein hierzu iſt bis jetzt die Theorie des Windſtoßes auf die Windflügel noch nicht aufs Reine. Ueber dieß würde dieß Anemometer bloß dazu dienen, die Stärke der heftigſten Windſtöße zu beurtheilen, und gleichwohl kann es nützlich ſeyn, die mittlere Geſchwindigkeit des Windes auf eine oder etliche Stunden zu wiſſen, welche an dieſem Inſtrumente nicht wahrgenommen werden kann.

Leupold α) hat das Wolf'ſche Anemometer ebenfalls nebſt verſchiedenen andern Einrichtungen beſchrieben, welche aber alle der Abſicht kein Genüge leiſten.

Wenn man eine kleine mit Windflügeln verſehene Maſchine ſo einrichtet, daß ein mäßiger Wind das Rad ſchon in Umlauf bringt, und daß ſich die Umläufe des Rades leicht zählen laſſen, oder ſich auch ſelbſt durch einen Zeiger zählen, ſo gibt dieſe Einrichtung die Veränderung der Geſchwindigkeit an, weil das Rad bey ſchnellerm Winde in gleicher Zeit mehr Umläufe macht. So iſt das Anemometer des Onsen-bray β) eingerichtet, welches aber durch viele angebrachte Künſteleyen äußerſt zuſammengeſetzt iſt. Dieſe Einrichtung zeigt nicht bloß die Richtung und Geſchwindigkeit des Windes durch die Anzahl der Umläufe, ſondern bemerkt auch dieſelbe in Abweſenheit des Beobachters auf einem Papiere, auf den man nach 24 Stunden ſieht, was für Winde, und in welchen Stunden ſie gewehet haben, auch wie ſich ihre Geſchwindigkeit verändert hat. Die ganze Maſchine ſteht im Zimmer, und wird durch ein auf dem Dache befindliches horizontales Windrad gedrehet. Die Einrichtung einer ſolchen Maſchine ſcheint jedoch nicht urſprünglich franzöſiſch zu ſeyn, indem ſchon Leupold vorher eines ähnlichen Werkzeuges erwähnt, welches der Hofjuwelier Dinglinger in Dresden in ſeinem Hauſe habe aufrichten laſſen.

Scho-

α) Theatr. machin. gener. §. 347. S. 141. ingl. theatr. aeroſtat. cap X. §. 301 u. f.

β) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. de Paris 1734.

Schober *a*) gebrauchte eine kleine Maſchine mit Windflügeln, an welche eine Glocke ſo angebracht war, daß ſie jede ſechs Umläufe des Rades durch einen Schlag andeutete. So ließ ſich durch Zählung der Schläge in einer Minute die mittle Geſchwindigkeit der Flügel erfahren. Um daraus auf die Geſchwindigkeit des Windes zu ſchließen, wäre es am bequemſten die Einrichtung ſo zu treffen, daß der Schwerpunkt der Flügel eben ſo geſchwind im Kreiſe umlaufen müßte, als der Wind ſelbſt fortgeht. Hierauf gehen eigentlich Schober's Verſuche, und er glaubt gefunden zu haben, daß man dieſe Abſicht erreiche, wenn die Stellung der Flügel mit der Umlaufsachſe einen Winkel von 52° macht.

Eine bequemere und einfachere Einrichtung beſitzen die Anemometer der zweyten Klaſſe, wovon das erſte ohne Benennung des Erfinders in den philoſophiſchen Transactionen *b*) vorkommt. In der fig. 41. ſieht man die ganze Einrichtung deutlich. In dem Winkelpunkte eines in ſeine Grade getheilten Quadranten iſt ein Stab, deſſen Ende eine ebene Fläche trägt, gegen welche der Wind ſtößt, beweglich. Bey völliger Windſtille hängt dieſer Stab mit der ebenen Fläche vertikal; beym entſtehenden Winde aber wird dieſe Fläche aus der vertikalen Lage gebracht und erhoben. Aus dem Winkel, welchen ſie durchläuft, läßt ſich alsdann die Stärke und Geſchwindigkeit des Windes beſtimmen. Weil ſich dieſe ebene Fläche, welche der Wind heben ſoll, allemahl ſeiner Richtung entgegen kehren muß, ſo hat man nachher am obern Theile der Spindel eine überwiegend große Wetterfahne angebracht, welche der Wind ſelbſt herumdrehet, und dadurch dem ganzen Inſtrumente die gehörige Stellung gibt. Ein ſolches Werkzeug gibt durch den Grad, auf welchen es gehoben wird, die Stärke des Windes für dieſen Augenblick an, und muß entweder ſo gleich beobachtet, oder durch einen Sperrhaken, der es nicht wieder zurückfallen läßt, an der höchſten Stelle

 feſt

a) Verſuche über die Stärke des Windſtoßes im Hamb. Magazin, B. IX. St. 2. n. 3.

b) Num. 24. p. 444.

feſt gehalten werden. Im letztern Falle kann ein ſtärkerer Windſtoß die Fläche noch höher heben, und es zeigt alſo am Ende bloß die Wirkung des ſtärkſten Stoßes an, von dem es während der Zeit ſeiner Ausſetzung an den Wind iſt betroffen worden.

Der Herr von Dalberg α) ſchlägt anſtatt der fig. 41. vorgeſtellten Fläche einen großen Schirm von Eiſenblech vor, der durch die Fahne dem Winde immer entgegen gehalten wird. Dieſer Schirm bewegt ſich unten in Angeln, und oben wird er durch einen Draht, welcher über eine an der Spindel befindliche Rolle hinunter in das Zimmer des Beobachters geht, und ein Gewicht trägt, gegen die Spindel zurückgehalten. Wenn der Windſtoß ankommt, tritt der Schirm nach Verhältniß der Stärke des Stoßes weiter oder weniger aus der vertikalen Stellung, und hebt dadurch das Gewicht im Zimmer. Dieß Gewicht befindet ſich an einem Hebel, durch deſſen eigene Einrichtung die Stärke des Windſtoßes angegeben wird; auch kann zu einer gleichen Abſicht eine Wage mit einer Spiralfeder angegeben werden. Dieſer Windmeſſer iſt zugleich mit einem Windzeiger und einer Vorrichtung zu Beſtimmung der Neigung des Windes gegen den Horizont verbunden, welche beyde im Zimmer beobachtet werden können.

Herr Oertel β) gibt einige ſehr ſinnreiche Gedanken zur Einrichtung eines ſolchen Anemometers. Eine Fahne (fig. 42.) b ſitzt auf der ſtählernen koniſchen Spitze des eiſernen Stabes i innerhalb des Rohres c, welches oben bey a mit einer dichten Platte von gegoſſenem Zinn und Kupfer geſchloſſen iſt. Unter der Fahne iſt an das Rohr c ein horizontaler Stab befeſtiget, der mit zwey Lappen e und k von eben dieſer Compoſition zuſammengeſetzt iſt, in welchem ſich die Horizontalfahne d mit koniſchen Spitzen ohne große Friktion auf und nieder bewegen kann. Dieſe Angelpunkte

e

α) Anemométre proposé aux amateurs de météorologie, à Erfurt, 1781.
β) Gothaiſch. Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. und Naturgeſch. B. VI. St. 1. S. 89 u. f.

e und k müſſen durch ein leichtes Blech vor dem Regen geſchützt werden. Weiter unten wird ein Quadrant von Meſſing angebracht, der um den Mittelpunkt der linie k e beſchrieben iſt, und bey g durch ein loch der Fahne geräumig durchgeht. Jedes Quadrat dieſes Quadranten formirt einen Einſchnitt, worein ein an der innern Seite der Fahne d befindlicher Sperrkegel fallen, und ſie unter jedem Winkel, den ihr die Stärke des Windes gibt, feſt halten muß. Da dieſer Sperrkegel nur eine ſanfte Feder nöthig hat, ſo kann die daher entſtandene Friktion weiter nicht in Betrachtung gezogen werden. So bleibt nun die Horizontalfahne unter dem Winkel, welchen ihr der ſtärkſte Windſtoß gegeben hat, ſo lange ſtehen, bis ſie der Beobachter durch Aushebung des Sperrkegels wieder in die horizontale Stellung bringt. Um nun ſolchen Einrichtungen eine durchgängige Gleichförmigkeit zu geben, ſchlägt Oertel vor, man ſoll ſich über das Gewicht der Fahne, und über die Kräfte, welche nöthig ſind, ſie in der erſten ſenkrechten Richtung zu bewegen, und in der größtmöglichen Höhe zu erhalten, als über allgemein beſtimmte Normalgewichte, vergleichen. Dann zeigt er noch Mittel, der Fahne vermittelſt eines Gegengewichtes f dieſes Normalgewicht genau zu geben, und durch eine ähnliche Vorrichtung den Winkel des Windes mit der Horizontalfläche zu meſſen.

Dieſen Gedanken gibt Herr **Käſtner** *) allen Beyfall, bemerkt aber, daß es wohl beſſer ſeyn möchte, ſtatt der vorgeſchlagenen Normalgrößen, das Gewicht, das der Wind an jedem Werkzeuge dieſer Art wirklich erhält, jedes Mahl durch Rechnung zu beſtimmen, wozu er folgende Formeln mittheilt. Es ſey (fig. 43.) a c die Stange, b d ein Durchſchnitt der Horizontalfahne oder des Blechs, deſſen Schwerpunkt in e, ſein Gewicht $= q$, der Winkel c b d, auf welchen es der Wind hebt, $= \alpha$, ſo wird ſich das im Schwerpunkte nach e h treibende Gewicht q in zwey Kräfte zerlegen laſſen, die eine nach e d, welche durch die Feſtigkeit der Stange und des

 Blechs

*) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. u. Naturgeſch. B. VI. St. 3. S. 84 u. f.

Blechs aufgehalten wird, die andere nach eg, welche das Blech um b zu drehen ſtrebt. Dieſe letztere wird vom Winde erhalten, und iſt $= q \,.\, \text{ſin.}\, \alpha$. Wenn man nun die Stärke des Windes nach dieſer Kraft vergleichen will, ſo wird ein Windſtoß, welcher das Blech vom Gewichte q um den Winkel α erhob, ein anderes vom Gewichte p um den Winkel β erheben, deſſen Sinus $= \frac{q \,.\, \text{ſin.}\, \alpha}{p}$ iſt. So bald dieſer Werth $= 1$ wird, bringt der Wind das Blech in eine völlig horizontale Lage, und wenn er > 1 wird, ſo hebt er es noch höher, trifft nun ſeine andere Seite, ſtößt es alſo wieder herab, ſo daß es flattert. Hätte man z. B. beobachtet, ein ſehr ſchwacher Wind höbe ein Blech von 1 Pfund auf 30°, wobey $q \,.\, \text{ſin.}\, \alpha = \frac{1}{2}$ wäre, ſo dürfte man keines von $\frac{1}{2}$ Pfund nehmen, weil dieſes von einem nur wenig ſtärkern Winde flattern würde.

Um aber die Geſchwindigkeit des Windes zu beſtimmen, muß die Theorie des ſchiefen Stoßes zu Hülfe genommen werden, nach welcher der Stoß auf die ebene Fläche δ unter dem Winkel ω, wenn die Dichtigkeit der flüſſigen Materie $= \gamma$, und die der Geſchwindigkeit zugehörige Höhe $= \epsilon$ geſetzt wird, $= 2\lambda\gamma\delta\epsilon \,.\, \text{ſin.}\, \omega^2$ iſt, wo λ aus Verſuchen zu beſtimmen iſt. M. ſ. Wind. Wenn nun der Wind nach fe auf die Fläche bd unter dem Winkel $bef = 90 - \alpha$ ſo ſtark ſtößt, daß dadurch nach der Richtung ge das Gewicht q ſin. α erhalten wird, ſo hat man

$$q \,.\, \text{ſin.}\, \alpha = 2\lambda\gamma\delta\epsilon \; \text{coſ.}\, \alpha^2,$$

und daraus $\epsilon = \frac{q \,.\, \text{ſin.}\, \alpha}{2\lambda\gamma\delta \,.\, \text{coſ.}\, \alpha^2}$. Es halte z. B. das Blech 1 Quadratfuß Fläche, und wiege 1 Pfund. Die Dichtigkeit der Luft ſey $= \frac{7}{80}$ Pfund; das Blech werde um 30° erhoben, daß folglich $\text{ſin.}\, \alpha = \frac{1}{2}$ und $\text{coſ.}\, \alpha^2 = \frac{3}{4}$ iſt; ſo wird, $2\lambda = 1$ geſetzt, $\epsilon = 1 \,.\, \frac{1}{2} : (\frac{7}{80} \,.\, 1 \,.\, \frac{3}{4}) = \frac{160}{21} = 7\frac{13}{21}$ Fuß ſeyn, wofür ſich die zugehörige Geſchwindigkeit $= 2\sqrt{g\epsilon}$ $= 21,82$ Fuß in einer Sekunde findet. Endlich iſt die Stärke des

des Stoßes, welchen der beobachtete Wind nach der Richtung Fe auf eine ihm ſenkrecht entgegengeſtellte Fläche von gleicher Größe mit bd ausüben würde $= \frac{q.\,\sin.\,\alpha}{\sin.\,bef^2} = \frac{q.\,\tang.\,\alpha}{\cos.\,\alpha}$.
Herr Käſtner glaubt, dieſe Rechnungen könnten dienen, Herrn Oertel's Vorſchlag leichter in Ausübung zu bringen, beſonders wenn man nichts weiter als die Stärke des Stoßes, nicht die Geſchwindigkeit verlange.

Mit einem ſolchen Windmeſſer, der aus einer vom Winde gehobenen Platte beſteht, verbindet Herr Herrmann *) eine Vorrichtung, durch welche ſelbſt in Abweſenheit des Beobachters mittelſt einiger in gewiſſe Fächer geworfener Würfel 24 Stunden lang von Zeit zu Zeit die Stärke des Windes nach vier verſchiedenen Graden bemerkt wird. Alle Viertelſtunden z. B. fällt ein Würfel aus, und legt ſich in dasjenige Fach, welches der Wind ſeiner verſchiedenen Stärke nach gerade in dieſem Augenblicke vor die Oeffnung bringt. Auf dem Würfel iſt die Viertelſtunde, um welche er herausfiel, bemerkt u. ſ. f.

Eine Art von Windmeſſer, welche immer noch eine der beſten bleibt, beſchreibt Bouguer †). Sie beſteht aus einem Bleche von 1 Quadratfuß Fläche, welche dem Winde ſenkrecht entgegen gehalten wird. Der Wind treibt dieß Blech mit einem mitten daran befeſtigten Stiele in eine Art von Futteral hinein, an deſſen Boden eine Spiralfeder entgegendrückt. Ein ſtärkerer Wind treibt alſo den Stiel tiefer hinein, als ein ſchwächerer, und durch einen Sperrkegel wird der Stiel feſtgehalten, ſo daß er nicht wieder zurück kann. So läßt es ſich beobachten, wie tief der Wind ihn hineingetrieben hat, und verſuchen, wie viel man Gewicht braucht, ihn eben ſo weit hinein zu treiben.

*) Mechaniſcher verbeſſerter Wind-, Regen- und Trockenheitsbeobachter. Freyb. u. Annab. 1789. 8.
†) Manoeuvre des vaiſſeaux. p. 151.

Eine andere Art von Windmeſſer beſchreibt Herr Woltman *).

Man hat auch den Gedanken gehabt, die Stärke des Windes durch den Ton von Pfeifen oder Saiten zu bemerken. Eine ſolche Windpfeiſe beſchreibt **Leupold** β), welche bey ſtärkerm Winde einen höhern Ton angibt.

M. ſ. Lehrbegriff der geſammten Mathematik von **Karſten**, Th VI. **Pneumat.** Abſchn. X.

Windroſe, Schiffsroſe (roſa nautarum, roſe de vent, cadran des vents) heißt bey den Schiffern ein von 8, 16 oder 32 gleich langen Spitzen verzeichneter Stern, welche die Peripherie eines Kreiſes, in welcher ſie ſich endigen, in eben ſo viele gleiche Theile theilen, und durch ihre Richtungen die Lage der Weltgegenden bezeichnen. M. ſ. **Weltgegenden.** Man bezeichnet gewöhnlich diejenige Spitze der Roſe, welche den Nordpunkt angeben ſoll, durch eine Lilie oder ein anderes Merkmahl, und ſetzt zu jeder der übrigen Spitzen den Nahmen der zugehörigen Weltgegenden. Wenn nun die Schiffsroſe eine ſolche Lage hat, daß die nördliche Spitze gerade nach dem Mitternachtspunkte gerichtet iſt, ſo zeigen die übrigen Spitzen nach den beygeſchriebenen Weltgegenden, und geben ein Mittel, jede derſelben leicht zu finden.

Bey den Bouſſolen, welche auf dem feſten Lande gebraucht werden, verzeichnet man die Windroſe auf die innere Grundfläche des Gehäuſes, und ſetzt die Magnetnadel auf einen im Mittelpunkte ſenkrecht ſtehenden Stift darüber. Am Seecompaß aber beſteht die Windroſe aus zwey runden Pappſcheiben, zwiſchen welche die Magnetnadel ſo eingelegt wird, daß ihr Nordpol mit dem Nordpunkte der Roſe zuſammenſtimmt. Die ganze Scheibe erhält in der Mitte ein Hütchen, womit ſie auf einem Stifte im Boden des Gehäuſes frey aufliegt. Auf ſolche Art zeigt ſie durch ihre Richtung die

*) Theorie und Gebrauch des hydrometriſchen Flügels oder zuverläſſige Methode, die Geſchwindigkeit der Winde und ſtrömenden Gewäſſer zu beobachten. Hamb. 1790. 4.

β) Theatr. aeroſtat. cap. 10. §. 122. 131.

die magnetiſchen Weltgegenden, welche von den wahren um die Abweichung der Magnetnadel verſchieden ſind.

Auch werden auf die Land- und Seekarten Windroſen gezeichnet, deren nördliche Spitzen ſich nach der Richtung der Mittagslinie auf die Gegend des Nordpols zu kehren. Auf den Seekarten, wo die Meridiane alle unter ſich parallel und gerade verzeichnet werden, laſſen ſich überall Windroſen anbringen, deren gleichnahmige Spitzen alle unter ſich parallel laufen. Die Linien dieſer Spitzen verlängert man über den ganzen Raum der Karte, und erhält dadurch die Bequemlichkeit, daß man überall gleich ſehen kann, mit welcher von denſelben die Linie zwiſchen jeden zwey Orten parallel läuft, d. i., nach welcher Weltgegend man den Lauf des Schiffs richten muß, um von einem Orte zum andern zu kommen. M. ſ. Loxodromie, Rhumb.

Winkel, optiſcher ſ. Sehewinkel.
Winkelbarometer ſ. Barometer.
Winkelgeſchwindigkeit ſ. Geſchwindigkeit.

Winkelhebel, gebrochener Hebel (vectis angularis, levier briſé) heißt der ebene Winkel (fig. 44.) a b c, deſſen Seitenlinien a b und b c unbiegſam ohne Schwere, in der Spitze b aber alſo beſeſtigt ſind, daß, wenn der eine Schenkel um b gedrehet wird, der andere zugleich mit in Bewegung kommt. Die beyden Schenkel a b und b c, an deren Enden zwey Kräfte, die denſelben auf entgegengeſetzte Art zu drehen ſtreben, ſo angebracht werden können, daß ſie einander das Gleichgewicht halten, heißen die Arme des Hebels.

An einem ſolchen Hebel erhalten zwey gleiche Kräfte p und q, welche denſelben auf entgegengeſetzte Art zu drehen ſtreben, einander das Gleichgewicht, wenn ſie auf den Armen desſelben ſenkrecht, und in gleichen Entfernungen vom Ruhepunkte b angebracht ſind.

Wenn dagegen die Entfernungen von dem Ruhepunkte (fig. 45.) b ungleich groß ſind, indem beyde Kräfte p und q ſenkrecht auf die Arme nach entgegengeſetzten Richtungen

wirken, ſo kann man nun bc nach d verlängern, bd = ab machen, und in d zwey Gewichte ſ = r = q nach gerade entgegengeſetzten Richtungen auf db ſenkrecht wirken laſſen, in welchem Falle alsdann r und p einander im Gleichgewichte erhalten, wenn p : r = db : bc iſt. M. ſ. **Hebel.** Da nun aber r = ſ = q iſt, ſo iſt auch ſ mit q im Gleichgewichte, und der ganze Hebel ruhet. Nun ſind r und ſ für ſich im Gleichgewichte, alſo muß auch q mit p im Gleichgewichte ſeyn, wenn p : q = ab : bc iſt, d. h., **zwey Kräfte p und q an den Hebelsarmen eines Winkelhebels ſenkrecht angebracht, halten einander das Gleichgewicht, wenn ſie ſich verkehrt, wie die Hebelsarme verhalten.**

Geſetzt aber, die Richtungen der Kräfte (fig. 46.) p und q wirken auf die Arme des Winkelhebels abc unter *ſchiefen* Richtungen, ſo ziehe man auf die Richtungslinien ad und ce der Kräfte q und p die ſenkrechten Linien db und be, und laſſe nach den Richtungen dq und ep die Kräfte ſ = q und r = p ziehen, ſo ſind ſ und q, ſo wie r und p im Gleichgewichte. Soll nun ſ mit r im Gleichgewichte ſeyn, ſo wird erfordert, daß ſ : r = be : db, alſo auch q : p = be : db ſey, d. h., **q iſt mit p im Gleichgewichte, wenn ſich q und p verhalten umgekehrt wie die Entfernungen der Richtungslinien beyder Kräfte vom Ruhepunkte des Hebels.**

Da die Punkte (fig. 47.) a und b einerley leiden, in welchem Punkte der Linien dm und em auch die Kräfte q und p angebracht ſeyn mögen, ſo ſtelle man ſich vor, ſie wären in m angebracht, wo beyde verlängerten Richtungen einander ſchneiden. Wenn ſich nun die ganze Ebene amc nicht anders als um den Punkt b drehen kann, ſo muß dieſer Punkt durch dieſe vereinigte Wirkung beyder Kräfte in m nach mb getrieben werden. Dieſes mb bleibt daher auch die Richtung, nach welcher der Punkt b gedrückt wird, wenn auch gleich die Kräfte in a und c, oder andern Punkten der Linien ma, mc angebracht ſind; d. h., mb iſt die mittlere

mittlere Richtung, nach welcher die Kräfte p und q den Punkt b drücken.

Zieht man bt mit em und bv mit dm parallel, ſo iſt der Winkel dtb = dme = bve; daher ſind wegen der rechten Winkel bey d und e die Dreyecke bdt und bve einander ähnlich; mithin verhalten ſich die Linien bt und bv, oder die gleichen vm und tm, wie bd : be, d. i., wie die im Gleichgewichte ſtehenden Kräfte q und p. Wenn man daher auf den Richtungen der Kräfte von dem Punkte m an, wo ſie einander ſchneiden, zwey Linien mt und mv nimmt, die ſich wie die Kräfte q und p verhalten, und das Parallelogramm mtbv unter dieſen Linien ergänzt, ſo iſt deſſen Diagonale die mittlere Richtung.

Alle dieſe Sätze ſtehen mit der Lehre von der Zuſammenſetzung der Kräfte in der genaueſten Verbindung; man hat nur noch nöthig zu erweiſen, daß die Kraft, mit welcher b gedrückt wird, der Linie mb proportional iſt, um dieſe ganze Lehre aus der Theorie des Winkelhebels hergeleitet zu haben. Alsdann hat man auch Stevin's Satz vom Gleichgewichte dreyer Kräfte. M. ſ. Gleichgewicht. Indem die Kräfte p und q und der Gegendruck der Unterlage b, wenn ſie im Gleichgewichte ſind, ſich wie die drey Seiten des Dreyecks tmb oder vmb verhalten, deren ihre drey Richtungen parallel ſind.

Setzt man daher die Lehre von der Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte als erwieſen voraus, ſo läßt ſich umgekehrt daraus die Lehre vom Hebel herleiten und erweiſen. So verfährt Newton *). Um zu beweiſen, daß zwey Gewichte am ungleicharmigen Hebel (fig. 48.) lok ſich das Gleichgewicht halten, nimmt er od = ol. Nun iſt es klar, daß das Gewicht a auf die Umdrehung der Ebene dko um o gleich ſtark wirkt, es mag bey k oder bey d angebracht seyn. Ferner ſtelle die Linie da die Kraft a vor, ſo läßt ſie ſich in dc und ca zerlegen, wovon jenes auf do ſenkrecht, und dieſes mit do parallel iſt. Der Theil dc wirkt aber nur

*) Princip. Lib. I. axiom. ſ. leges motus, Coroll. 2.

nur allein auf d o, und der andere c a wird durch die Feſtigkeit des Punktes o aufgehoben, und da d o = o l, ſo folgt, daß die wirkende Kraft nach der Richtung d c dem Gewichte p gleich ſeyn muß, wenn beyde im Gleichgewichte ſeyn ſollen. Daher erhellet, daß Alles in Ruhe ſey, wenn ſich a : p = d a : d c verhält. Nun iſt wegen Aehnlichkeit der Dreyecke d c a und k d o, d a : d c = o d : o k, und o d = o l, mithin fürs Gleichgewicht am geradlinigen Hebel a : p = o l : o k.

Dieſen Beweis ſahe man damahliger Zeit als einen der ſchärfſten an; es läßt ſich aber dagegen nicht ohne Grund einwenden, daß man, um das Geſetz des geradlinigen Hebels zu erweiſen, erſt denſelben in einen Winkelhebel l o d, d. h., das Einfachere in etwas Zuſammengeſetzteres verwandeln muß, welches wider die Regel einer guten Methode ſtreitet, und daß über dieß die Lehre von der Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte, wenn man ſie gehörig erweiſen will, aus der Lehre vom Hebel abgeleitet werden muß.

Auch Varignon *) leitete die Theorie des Hebels aus der Zuſammenſetzung der Kräfte her. Er betrachtete nähmlich (fig. 47.) die Kräfte p und q, oder m t und m v zuſammen, als eine einzige Kraft m b, welche durch den Ruhepunkt b gehet. Werden aber hierbey, wie in den gewöhnlichſten und einfachſten Fällen die Richtungen a d und c e unter ſich parallel, ſo gibt es nun keinen Durchſchnittspunkt m, außer im Unendlichen, und auf ſolche Art entſtehen wiederum die größten Schwierigkeiten gerade bey dem einfachſten Falle. D'Alembert beweiſet das Geſetz des Winkelhebels aus dem Gleichgewichte zweyer gleichen und gerade entgegengeſetzten Kräfte her; aber auch hier verſchwinden die Kräfte bey der Anwendung auf den geradlinigen Hebel, und die Folge aus dem allgemeinen Satze läßt ſich nur auf eine ſehr gezwungene Weiſe herleiten. Weit glücklicher war Käſtner, der zuerſt das Geſetz des geradlinigen Hebels erwies, aus welchen als eine natürliche Folge das Geſetz des gebrochenen Hebels fließt.

Winter

*) Nouvelle mécanique ou ſtatique. Paris 1725. 12.

Winter (hiems, hiver) iſt eine von den vier Jahrszeiten, welche zwiſchen Herbſt und Frühling fällt, von dem kürzeſten Tage an ihren Anfang nimmt, und ſich mit dem Tage der Frühlingsnachtgleiche endigt. In unſern Ländern fällt der Anfang des Winters auf den Tag, da die Sonne in den Steinbock tritt, und endigt ſich, wenn ſie in den Widder kommt, d. h., er fängt um den 21. Dec. an, und hört um den 21. März auf. M. ſ. **Ecliptik.**

In der gemäßigten Zone der ſüdlichen Halbkugel iſt der Tag am kürzeſten, wenn die Sonne in den Krebs tritt. Daher fängt ſich daſelbſt der Winter mit dem kürzeſten Tage am 21. Juni an, und endigt ſich mit der Nachtgleiche um den 23. September.

Für die Orte der heißen Zone gibt es jährlich einen Tag, an welchem die Sonne im Mittage den größt möglichen Abſtand vom Scheitelpunkte erreicht. Dieß iſt für Oerter, welche vom Aequator nordwärts liegen, der 21. Decemb., für die ſüdwärts liegenden der 21. Juni. Man könnte daher ſagen, daß dieſe Orte ihren Winter zugleich mit den angränzenden gemäßigten Zonen anfangen. Allein die Eintheilungen der Jahrszeiten laſſen ſich nicht wohl auf die heiße Zone anwenden. M. ſ. **Jahrszeiten.**

Im gemeinen Leben wird ſelbſt in unſern Ländern, wo überhaupt die Jahrszeiten nicht ſo genau auf den Stand der Sonne bezogen werden, unter dem Winter die Zeit verſtanden, in welcher die Tage am kürzeſten ſind, und das Wachsthum der Pflanzen aufhört.

Winterpunkt (punctum ſolſtitii hiberni, ſolſtice d'hiver) heißt derjenige Punkt in der Ecliptik, in welchem die Sonne in ihrem ſcheinbaren Laufe den größten ſüdlichen Abſtand vom Aequator hat, und welchen ſie um den 21. Dec. oder zu Anfange unſers Winters erreicht. In dieſem Punkte ſteht alſo die Sonne vom Nordpole am weiteſten ab, hat alsdann für die Orte der nördlichen gemäßigten Zone die geringſte Mittagshöhe, und gibt den Bewohnern derſelben den kürzeſten Tag und die längſte Nacht. Dieſer Punkt wird

vom

vom Anfange des Zeichens des Steinbocks gerechnet, obgleich dieß Sternbild dieſen Ort verlaſſen hat, und der Winterpunkt vielmehr jetzt in das Bild des Schützen fällt. Dieſer Punkt iſt vom Frühlingspunkte oder vom Anfange der Ecliptik und des Aequators um 90° weſtlich und 270° öſtlich entfernt; es beträgt daher ſeine Länge und gerade Aufſteigung 270°, oder 9 Zeichen; ſeine Abweichung aber iſt ſüdlich, und der Schiefe der Ecliptik gleich. Durch dieſen Punkt geht der Wendekreis des Steinbocks mit dem Aequator parallel. M. ſ. Wendekreiſe.

Winterſonnenwende ſ. Sonnenwenden.

Wirbel, carteſianiſche, Wirbel des Descartes, Syſtem der Wirbel (vortices Carteſiani, ſyſtema vorticum, tourbillons de Descartes, ſyſtème des tourbillons). Carteſius verſteht unter dem Ausdrucke Wirbel eine große Menge derjenigen feinen Materie, die ſein zweytes Element ausmacht, und welche ſich um einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt bewegt, ſo daß ſich das Ganze als eine große Anzahl von Kugelſchichten oder Kugelſchalen betrachten läßt, welche ſich um eine gemeinſchaftliche Achſe, oder wenigſtens um einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt drehen. Wenn alle dieſe Schichten ihre Umläufe in gleichen Zeiten vollenden, ſo erhellet, daß die äußern ſich geſchwinder bewegen müſſen, als die innern, in eben dem Verhältniſſe, als ihr Abſtand vom Mittelpunkte oder von der Achſe größer iſt.

Carteſius, welcher nach der Vorſtellung der Alten die Einſchließung der Geſtirne in beweglichen Sphären nicht mehr annehmen konnte, und gleichwohl die Urſache und Entſtehungsart der himmliſchen Bewegungen begreiflich machen wollte, fiel auf den Gedanken, ſo wohl die Sonne, als auch die Planeten, welche von Monden begleitet werden, mit ſolchen Wirbeln zu umringen, deren Materie die Planeten nebſt ihren Monden mit ſich fortreiße, ſo wie ungefähr die Luft leichte Körper fortführt. Die verſchiedenen Theile des großen Wirbels um die Sonne bewegen ſich mit verſchiedenen Geſchwindigkeiten, reißen die Planeten nach einerley Richtung

hin,

hin, und bringen ſie auf ſolche Art, und zwar die nähern in kurzer Zeit, die entferntern aber in längerer Zeit, um die Sonne. Ein jeder Planet ſchwimmt in derjenigen Schicht des Wirbels, welche mit ihm eine gleiche Dichtigkeit beſitzt. Die Erde, Jupiter und Saturn ſtehen in den Mittelpunkten kleinerer Wirbel, welche im größern ſchwimmen, und die Monden dieſer Körper um ſie ſelbſt nach eben den Geſetzen herumführen.

Eine ſolche Hypotheſe, welche beſonders den Umſtand, welchen man ſonſt auf keine Weiſe hatte begreiflich machen können, daß alle Planeten und Monden nach einerley Richtung umlaufen, auf eine ſo natürliche Weiſe zu erklären ſcheint, mußte nothwendig große Aufmerkſamkeit nach ſich ziehen. Daher iſt es nicht zu verwundern, daß ſie mit ſo allgemeinem Beyfall aufgenommen wurde, und eine geraume Zeit ſo viele Vertheidiger fand. Man hätte ſich von der Unzulänglichkeit dieſer Theorie indeß ſehr bald überzeugen können, wenn man ſie mit den bekannten kepleriſchen Regeln verglichen hätte; denn nothwendig mußte ſie dieſen nicht nur nicht widerſprechen, ſondern vielmehr als nothwendige Folgen beſtätigen; allein man war ſchon zufrieden, im Allgemeinen Gründe zu beſitzen, aus welchen ſich die Bewegung der Himmelskörper ſo begreiflich ableiten ließ.

Weil die Bewegungen der Planeten elliptiſch ſind, ſo müßten auch die Schichten der Wirbel elliptiſche Geſtalten beſitzen, deren Urſprung **Carteſius** von der Zuſammendrückung durch die angränzenden Wirbel ableitet. Wenn aber dieß wirklich Statt hätte, ſo müßten alle Planetenbahnen nach einerley Gegend zu länglich ſeyn; die dem Mittelpunkte nähere Materie würde von dieſer Zuſammendrückung am wenigſten leiden, und alſo müßte die Bahn des Merkurs am wenigſten eccentriſch ſeyn; endlich müßte die Sonne nicht im Brennpunkte, ſondern im Mittel ſtehen. Von dieſem Allen aber findet gerade das Gegentheil Statt.

Auch ſucht **Carteſius** die Umdrehungen der Wirbel mit den Umdrehungen der im Mittel derſelben befindlichen Kör-

per

per zu vereinigen, ohne jedoch anzugeben, welche von beyden Bewegungen er für die Urſache der andern halte. Fände aber wirklich eine ſolche gegenſeitige Verbindung in Anſehung ihrer Umdrehungsbewegungen Statt, ſo müßten alle Umdrehungen und Umläufe im Sonnenſyſtem parallel mit der Ebene des Aequators erfolgen, und es müßte der Mond parallel mit dem Erdäquator umlaufen. Es iſt aber ausgemacht, daß die Ebenen der Umläufe und Umdrehungen im Sonnenſyſtem ohne alle gegenſeitige Beziehung auf einander geſunden werden. Ferner müßte die nächſte Schicht am Centralkörper eine gleiche Geſchwindigkeit mit der Umdrehung desſelben haben, z. B. die nächſte Schicht an der Sonne müßte in 27½ Tagen umlaufen, welche Beſtimmung ſich in Vergleichung mit den Geſchwindigkeiten und Entfernungen der Planeten weder auf die kepleriſchen Regeln, noch auf irgend ein anderes übereinſtimmendes Geſetz bringen läßt, nach welchem ſich die Geſchwindigkeiten der verſchiedenen Wirbelſchichten richten ſollten.

Aus **Kepler's** Regel, daß ſich die Flächenräume, welche der Radiusvektor beſchreibt, wie die Zeiten verhalten, folgt im Syſtem der Wirbel, daß ſich die Geſchwindigkeiten der Schichten verkehrt wie ihre Abſtände vom Mittelpunkte verhalten. Aus der andern kepleriſchen Regel aber, nach welcher ſich die Quadratzahlen wie die Würfel der Entfernungen verhalten, folgt im Syſtem der Wirbel, daß ſich dieſe Geſchwindigkeiten wie die Quadratwurzeln aus den Entfernungen vom Mittel verhalten. Beyde Folgen widerſprechen einander, und können nicht zugleich wahr ſeyn; da nun aber die keplerſchen Regeln ihre völlige Richtigkeit haben, ſo muß dasjenige Syſtem, worin ſie dieſe widerſprechenden Folgen geſtatten, irrig ſeyn.

Newton zeigte am Ende des zweyten Buchs ſeiner Principien, daß man die wahren Himmelskörper weder durch ſphäriſche noch durch cylindriſche Wirbel erklären könne; denn er beweiſet, daß im cylindriſchen Wirbel die Umlaufszeiten den Entfernungen von der Achſe, im ſphäriſchen Wirbel aber

dem

dem Quadrate der Entfernungen vom Mittelpunkte proportional ſeyn müßten.

Johann Bernoulli [α]), ein eifriger Vertheidiger der carteſianiſchen Wirbel, zeigte aber, daß Newton bey ſeiner Berechnung einen beträchtlichen Fehler begangen hatte, und ſuchte vermittelſt einiger wichtigen Abänderungen der carteſianiſchen Theorie dennoch die Wirbel aufrecht zu erhalten, und mit den keplerſchen Regeln, ja ſogar mit dem newtonſchen Geſetze der Gravitation, in Uebereinſtimmung zu bringen. Er meint hierbey zu finden, daß ein ſphäriſcher Wirbel allen dieſen Geſetzen genug thue, wenn man nur annehme, daß ſich die Dichtigkeiten ſeiner Schichten verkehrt, wie die Quadratwurzeln aus ihren Entfernungen vom Mittelpunkte verhalten. Uebrigens erklärt er die Eccentricitäten der Planetenbahnen durch eine mit dem Wirbel verbundene Schwungbewegung, und die Neigung der Bahnen gegen den Sonnenäquator durch den Stoß des Wirbels auf die länglich ſphäroidiſche Geſtalt der Planeten.

Dagegen hat d'Alembert [β]) bewieſen, daß dieſer große Mathematiker bey den Integralrechnungen eine beſtändige Größe außer Acht gelaſſen habe, deren gehörige Einführung das ganze Reſultat ändert. Nach d'Alembert's Rechnung kann gar kein ſphäriſcher Wirbel Statt finden, wofern nicht alle Schichten ihre Umläufe in einerley Zeit vollenden, und über dieß der Wirbel entweder unendlich, oder mit undurchdringlichen Schranken, wie mit den Wänden eines Gefäßes, begränzt iſt. Hieraus ſcheint zu folgen, daß ſphäriſche Wirbel im Weltraume gar nicht möglich ſind. Auch hat Bouguer [γ]) die Unmöglichkeit ſphäriſcher Wirbel noch auf eine andere Art dargethan.

Leibnitz

α) Nouvelles penſées ſur le ſyſtème de M. Descartes, couronnées par l'Acad. des ſcienc. 1730. oeuvres Tom. III. nro. 138. nouvelle phyſique coeleſte. ib. n. 146.

β) Traité des fluides. Paris 1744. 4. p. 385 ſqq.

γ) Entretiens ſur l'inclinaiſon des orbites des planètes. Paris 1734. 4.

Leibnitz *) ſelbſt vertheidigte das Syſtem der Wir und bemühete ſich daraus die Erſcheinungen am Himmel erklären. Er nahm die Geſchwindigkeiten der Schichten Wirbels im verkehrten Verhältniſſe ihrer Entfernung vo Mittelpunkte an, und brachte die Kreisbewegung des P neten in denſelben zugleich mit einer Schwungkraft und Ce tralkraft gegen die Sonne in Verbindung. Auf dieſe A gelang es ihm wirklich, zu zeigen, daß die Planeten in gle chen Zeiten gleiche Flächen beſchreiben, und eine Ellipſe u die Sonne, als Brennpunkt, durchlaufen müſſen, wenn ſi die Centralkraft verkehrt wie das Quadrat der Entfernung verhalte. Allein nach dieſer Theorie wird ein Wirbel voraus geſetzt, der nie würde beſtehen können, weil die Schwung kraft ſeiner Theile deſto größer wird, je näher ſie dem Mit telpunkte liegen. Ueber dieß thut ſie der dritten Keplerſchen Regel kein Genüge, wofern man nicht den ganzen Wirbel in verſchiedene einzelne Theile theilt, deren mittlere Geſchwin digkeit im verkehrten Verhältniſſe der Quadratwurzeln aus den Entfernungen iſt, indeß ſich in jedem Theile beſonders betrachtet die Geſchwindigkeit verkehrt, wie die Entfernung ſelbſt verhält. Wie kann dieß aber mit einander beſtehen? Es iſt ſchon Schwungkraft allein, in Verbindung mit Leib nitzens Centralkraft, welche doch in der That nichts weiter iſt, als die newtonſche Gravitation, vollkommen hinreichend, alle Erſcheinungen der Bewegungen in elliptiſchen Bahnen zu erklären.

Ueberhaupt haben alle neuere Vertheidiger der Wirbel Schwierigkeiten gefunden, um ſie mit den Erſcheinungen am Himmel in richtige Uebereinſtimmung zu bringen, und es iſt gar keinen Zweifel unterworfen, daß ſie ſchlechterdings gar nicht beſtehen können.

M. ſ. *Montucla* hiſtoire des mathematiques. T. II. P. IV. L. 4. §. 8. *de Maupertuis* diſcours ſur les dif-

férentes

*) Tentamen de motuum coeleſtium cauſis in actis eruditor. Lipſ. 1689. p. 82 ſqq. 1706. p. 446 ſqq.

férentes figures des aſtres, §. III. in oeuvres à Lyon 1768 Tom. I. p. 104 ſqq.

Wirbel im Waſſer ſ. **Strudel.**

Wirbelwind ſ. **Wind.**

Wirkung (actio, action). Mit dieſem Ausdrucke bezeichnet man diejenige Veränderung, welche irgend eine phyſiſche Urſache hervorbringt, oder hervorzubringen ſtrebt. Die Größe der Wirkung muß alle Mahl der Größe der angewandten Kraft proportional ſeyn. Es kommt daher darauf an, was man unter der Größe der Kraft zu verſtehen habe. Daß aber hierüber iſt geſtritten worden, iſt bereits unter dem Artikel **Kraft** angeführt worden.

Der Herr von **Maupertuis** *) verbindet mit dem Ausdrucke **Größe der Wirkung** einen ihm eigenen Begriff, indem er darunter bey Bewegungen, welche durch Kräfte hervorgebracht werden, das Produkt der Maſſe des bewegten Körpers in ſeine Geſchwindigkeit und in den Raum, den er durchläuft verſteht. Er ſtellt ſich nähmlich vor, wenn ein Körper von einem Orte zum andern ſich bewege, ſo ſey die Wirkung deſto größer, je größer die Maſſe des Körpers, je ſchneller die Bewegung, und je länger der Raum ſey, durch den der Körper gehe. In dieſem Sinne iſt nach der Entdeckung des Herrn von **Maupertuis**, bey den Geſetzen des Gleichgewichtes, des Stoßes, ingleichen der Zurückwerfung und Brechung u. ſ. f. die Größe der Wirkung alle Mahl ein **Kleinſtes**. Er ſahe es daher als ein allgemeines Naturgeſetz an, **daß bey allen in der Natur erfolgenden Veränderungen die dazu erforderte Größe der Wirkung die kleinſt-mögliche ſey.** Dieſen Satz ſucht er unter dem Nahmen des Geſetzes oder **Satzes der kleinſten Wirkung** (lex ſ. principium minimae actionis, principe de la moindre action) allgemein zu beſtätigen. Er macht ſogar einen Verſuch, dieſen Satz in der Cosmologie

*) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. de Paris 1744. ingl. mémoir. de Pruſſe 1746. u. im eſſai de Cosmologie; in oeuvres de *Maupertuis* à Lyon 1768. 8. Tom. I.

als eine unmittelbare Folge aus den Eigenſchaften des göttlichen Weſens vorauszuſetzen, und nun als eine fruchtbare Regel der ganzen Mechanik und Optik zu betrachten, welche ſelbſt der Erhaltung der lebendigen Kräfte vorzuziehen ſey, und aus welcher ſich die Geſetze des Stoßes, des Gleichgewichtes, der Zurückwerfung, der Brechung u. ſ. als nothwendige Folgen herleiten ließen. M. ſ. Stoß, Brechung, Zurückwerfung. Maupertuis ſelbſt macht noch mehrere Anwendungen von dieſem Satze, und Euler *α*) zeigt, daß man daraus die Krümmung elaſtiſcher Bleche beſtimmen könne, und daß bey den Centralbewegungen das Produkt der Geſchwindigkeit in das Element der Bahn gleichfalls ein Kleinſtes ſey, welches eine der ſchönſten Anwendungen dieſes Geſetzes auf die Bewegung der Planeten und der geworfenen Körper, welcher nichts widerſteht, ausmacht. Den Satz ſelbſt hat man auch ſonſt das Geſetz der Sparſamkeit (lex parſimoniae, loi de l'épargne) genannt, weil vermöge desſelben die Natur ſo viel als möglich durch ſo wenig als möglich ausgerichtet hat.

Gegen das Geſetz der kleinſten Wirkung machte Samuel König *β*) Erinnerungen, ſuchte vielmehr die ſtatiſchen und mechaniſchen Sätze aus der Betrachtung der lebendigen Kräfte herzuleiten, und erinnerte am Ende, ſchon Leibnitz ſey im Beſitz einer weit ausgebreiteten Theorie der Wirkung geweſen, indem ſich in einem ſeiner Briefe an Hermann in Baſel folgende Stelle befinde: *l'action* n'eſt point ce que Vous penſez, la conſideration *du temps* y entre; elle eſt comme la produit de la maſſe par le temps, ou du temps par la force vive. J'ai remarqué, que dans les modifications des mouvemens elle devient ordinairement un *Maximum* ou un *Minimum*. On ne peut deduire pluſieurs propoſitions de grande conſequence etc. In der That ſtimmt der Begriff von Wirkung,

α) Method. inueniendi curvas maximi minimiue proprietate gaudentes. Geneuae 1744. 4. addit. II.

β) De vniuerſali principio aequilibrii et motus etc. in act. erud. Lipſ. 1751. p. 125 ſqq. 162 ſqq.

kung, welchen dieſe Stelle andeutet, mit **Maupertuis** Beſtimmung überein; denn das Produkt aus der lebendigen Kraft MC^2 in die Zeit T oder MC^2T iſt dem Produkte aus Maſſe, Raum und Geſchwindigkeit, oder MSC gleich, weil $CT = S$, ſo lange die Bewegung gleichförmig iſt, und ſo ſcheint alſo der Satz, daß die Größe der Wirkung gemeiniglich ein Größtes oder Kleinſtes werde, ſchon ein Gedanke **Leibnitzens** geweſen zu ſeyn.

Von Maupertuis nahm die Anführung dieſer Stelle ſo auf, als beſchuldige ihn **König**, er habe die Erfindung von **Leibnitzen** entlehnet, und ſie für die ſeinige ausgegeben; er forderte daher **König** auf, den Brief im Original darzulegen, und da dieſes nicht ſogleich geſchehen konnte, ſo miſchte er die königliche preußiſche Akademie in dieſe Sache, von welcher **Maupertuis** Präſident, und **König** ein Mitglied war. Dieſe fällte über **König** ein Urtheil [α]), wogegen ſich aber dieſer vertheidigte [β]). So ward der Streit von der Hauptſache abgelenkt, und auf das Benehmen der Perſonen und auf die Authenticität eines leibnitziſchen Briefes gerichtet, ſo daß nun auch diejenigen Gegner von **Maupertuis** Theil daran nahmen, welche ſich ſonſt um eine mathematiſche Frage nicht bekümmert hätten. Insbeſondere benutzte **Voltaire** dieſe Gelegenheit, eine Anzahl luſtiger Schriften gegen **Maupertuis** zu verfertigen, welche dieſen aufs äußerſte brachten, bis endlich die Sache mit der Ungnade des Königs gegen **Voltaire** und deſſen Entfernung von Berlin ſich endigte.

Die lehrreichſte Vertheidigung des Satzes der kleinſten Wirkung iſt von **Euler** [γ]). Gegen **Maupertuis** haben auch einige Holländer geſchrieben, beſonders **Martin Martens** [δ]) und **Anton Brugmans** [ε]). Man war vornehm-

α) Jugement de l'Acad. roy. des ſcienc. et belles lettr. ſur une lettre prétendue de M. de Leibniz. Berlin 1752.

β) Appel au public du jugement de l'Acad. roy. Leide 1752. 8.

γ) Diſſ. de principio minimae actionis. 1753. 4. Franz. in den mém. de Pruſſe 1751.

δ) Aanmerkingen over de Wet van Sparſamheit. Amſterd. 1752. 4.

ε) Proeve over de waare grondwetten der Beweging en Raſt. Leid. 1753.

lich bemüht zu zeigen, daß die Kleinſten, welche bey den Geſetzen der Bewegung vorkommen, nicht erſt Geſetze, ſondern bloß Folgen aus den Eigenſchaften der Körper ſind, daß man folglich das Geſetz der Sparſamkeit in keinem Falle anwenden dürfe, wenn man nicht ſchon aus andern Gründen vorher wiſſe daß dabey die Wirkung wirklich ein Kleinſtes ſeyn müſſe. Dieß hat auch wohl ſeine Richtigkeit, indem man in der Phyſik nicht Geſetze der Natur aus Zwecken beweiſen kann; denn dieſe müſſen nothwendig aus den Erfahrungen abgeleitet werden, und alsdann iſt es erſt erlaubt, daraus auf Endzwecke Muthmaßungen zu machen. M. ſ. **Teleologie.**

M ſ. **Käſtner** Anfangsgründe der höhern Mechanik, Abſchn. III. §. 209 f.

Wirkungskreis, Sphäre der Wirkſamkeit (*ſphaera actiuitatis, ſphère d'activité*). Unter dieſem Ausdrucke verſteht man einen Raum, in deſſen Gränzen eine Kraft oder eine wirkende Urſache, welche ſich an einer gewiſſen Stelle befindet, merkliche Wirkungen hervorbringt. Wenn ſich die Wirkungen von der wirkenden Urſache aus nach allen möglichen Richtungen zeigen, ſo werden ſie gemeiniglich nach gewiſſen Geſetzen immer ſchwächer, je größer die Entfernung von der wirkenden Urſache wird. So ſtellt man ſich die Stelle, aus welcher die Urſache wirkt, als einen Mittelpunkt vor, um welchen ſich ihre Wirkſamkeit verbreitet, und wenn die Wirkungen nach allen Seiten in gleichen Entfernungen gleich ſtark ſind, und folglich an den Stellen, wo ſie ganz unmerklich werden, gleich weit von der Mitte aus nicht mehr wahrgenommen werden, ſo ſtellt man ſich den Raum der Wirkſamkeit der wirkenden Urſache als eine Sphäre vor.

So verbreitet ſich ringsum jede Maſſe die Anziehung nach dem Geſetze, daß ſie im verkehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung abnimmt. Nach demſelben Geſetze nehmen auch, wie man jetzt weiß, die Wirkungen des elektriſchen und magnetiſchen Anziehens und Zurückſtoßens ab u. ſ. w. Uebrigens iſt es leicht zu begreifen, daß es für unſere Sinneswerk-

nesswerkzeuge, die Gränze der Wirkungen genau zu beſtimmen, nicht wohl möglich iſt. Denn die Kräfteäußerung erſtreckt ſich von dem Orte der wirkenden Urſache aus bis ins Unendliche, und kann nur durch entgegengeſetzte Kraft beſchränkt werden.

Wirkungskreiſe, elektriſche, elektriſche Atmoſphären, elektriſche Einflüſſe (de Lüc) (atmoſphaerae electricae, ſphaerae electricae actiuitatis, atmoſphères électriques, influences électriques). Unter dieſem Nahmen begreift man den Raum um den elektriſirten Körper herum, in welchem ſich das elektriſche Anziehen und Abſtoßen äußert.

Die erſten Elektriker, welchen außer dem Anziehen und Abſtoßen wenige elektriſche Erſcheinungen bekannt waren, ſuchten die Urſachen dieſer Erſcheinungen in öhlichten Ausflüſſen, welche den elektriſchen Körper wie eine Dunſtkugel umgeben ſollten. Dieß gab zuerſt die Veranlaſſung zu den elektriſchen Atmoſphären. Nachher entſagte man zwar dieſer groben Vorſtellung, behielt aber doch den Begriff bey, daß die elektriſche Materie eines Körpers eine Atmoſphäre um ihn bilden, oder doch wenigſtens der umgebenden Luft bis auf einige Entfernung mitgetheilt werde, ſo daß ſich dieſe Luft als elektriſche Atmoſphäre um den Körper betrachten laſſe. Die ältern Elektriker kannten freylich bloß Mittheilung, und nicht Vertheilung der Elektricität, und in Rückſicht der Mittheilung könnte dieſer Begriff von Wirkungskreiſen allerdings hinreichend ſeyn; allein die Vertheilung der Elektricität ſetzt ganz andere Begriffe voraus. Erſt durch dieſe iſt der richtigere Begriff der elektriſchen Wirkungskreiſe feſtgeſetzt worden, indem man darunter denjenigen Raum verſteht, durch welchen ſich merkliche Wirkungen der Elektricität durch Vertheilung äußern; oder vielmehr, es entſtehen elektriſche Atmoſphären durch Vertheilung der natürlichen elektriſchen Materie der Luft.

Unſtreitig waren Wilke und Aepinus die erſten, welche von dieſem Gegenſtande richtigere Vorſtellungen einführ-

 ten.

ten. Schon in ihren ältern Schriften findet ſich ſeit dem Jahre 1757. Alles, woraus ſpäterhin die Lehre von der Vertheilung der Elektricität, nebſt den Erfindungen des Elektrophors, Condenſators u. ſ. f. entwickelt worden iſt, und welches erſt die Geheimniſſe der Elektricität enthüllt hat. Wilke entdeckte zuerſt das wahre Geſetz der elektriſchen Wirkungskreiſe oder Atmoſphären, daß jeder elektriſirte Körper in andern, welche in ſeinen Wirkungskreis kommen, eine der ſeinigen entgegengeſetzte Elektricität zu erwecken ſtrebt, welches mit dem Geſetze des Abſtoßens und Anziehens völlig einerley iſt. ſ. Elektricität.

Lange ſchon waren Verſuche bekannt, welche auf dieſes Geſetz hätten leiten können. So bemerkte Otto von Guericke, daß Fäden, welche in einer geringen Entfernung von ſeiner geriebenen Schwefelkugel hingen, oft von ſeinem nahe davon gebrachten Finger zurückgeſtoßen wurden. Noch mehr aber wieſen auf dieß Geſetz diejenigen zahlreichen Verſuche hin, welche Canton und Franklin in den Jahren 1753 bis 1755. über die elektriſchen Atmoſphären anſtellten; ſie waren aber damahls wirkliche Räthſel, da man ſich unter den Atmoſphären immer noch eine Anhäufung gleichartiger Elektricität um den elektriſirten Körper gedachte.

Aepinus a) läugnete zuerſt das Daſeyn eigentlicher aus elektriſcher Materie beſtehender Dunſtkreiſe, ſubſtituirte dafür die richtigere Benennung der Wirkungskreiſe, und ließ den Nahmen der Atmoſphären nur unter der Bedingung zu, wenn man darunter die Luft verſtehen wolle, welche ſich um den elektriſirten Körper befindet, und auf welche ſeine Elektricität wirkt. Nach dieſer Idee hat alſo die Elektricität ihren Sitz bloß in den Körper und auf deſſen Fläche; und nur die Wirkungen des Anziehens und Zurückſtoßens ſind es, welche ſich bis auf eine gewiſſe Entfernung merklich äußern, und dadurch die Gränzen des Wirkungskreiſes beſtimmen.

Ein

a) Tentamen theoriae electricitatis et magnetiſmi. Petropol. 1759. 8. p. 257.

Ein mit + E oder — E verſehener Körper zieht nicht nur denjenigen an, der die der ſeinigen entgegengeſetzte Elektricität hat, ſondern auch jeden andern nicht elektriſirten, oder deſſen Elektricität o iſt. Dieſe Wirkung der elektriſirten Körper auf andere o E oder die entgegengeſetzte Elektricität enthaltende, geſchieht nach der Stärke ihrer Elektricität in einer größern oder geringern Entfernung. Die Weite, bis auf welche ſich dieſe Wirkungen äußern, beſtimmt die Größe des Wirkungskreiſes. Hierbey iſt noch kein Uebergang, ſondern bloße Vertheilung der Elektricität. Wenn endlich beyde Körper zu nahe an einander gebracht werden, ſo erfolgt wirklich Uebergang. Eine ſolche Mittheilung ſtellt das Gleichgewicht her, und es iſt hieraus begreiflich, wie durch Ueberſtrömung, Funken, Schläge u. ſ. die Wirkungen der Vertheilung aufhören, und die Wirkungskreiſe verſchwinden müſſen.

Stumpfe oder kugelförmig abgerundete Körper theilen ihre Elektricität durch Funken in gehöriger Schlagweite, ſpitze durch ſtilles Ausſtrömen in einer weit größern Entfernung mit; platte und ebene Flächen aber ſind zur Mittheilung ihrer Elektricität im höchſten Grade ungeſchickt. M. ſ. Spitzen, elektriſirte. Daraus folgt, daß ſich bey Spitzen faſt gar keine Wirkungen der Atmoſphären zeigen können, hingegen bey ſtumpfgeendeten Körpern dieſe Wirkungen merklicher ſind, und ſich auf eine gewiſſe Entfernung über die Schlagweite hinaus erſtrecken, und daß endlich bey platten Flächen die Erſcheinungen der Wirkungskreiſe äußerſt ſtark und lang anhaltend ſind, ja ſelbſt bey der Berührung noch Statt haben, woraus ſich die Phänomene geriebener Glastafeln und anderer elektriſcher Platten, der Ladung des Elektrophors, des Condenſators u. ſ. erklären.

Der elektriſirte Körper, welcher in ſeinem Wirkungskreiſe auf andere Körper Wirkungen hervorbringt, verliert von ſeiner Elektricität nichts; auch dauern die Wirkungen ſo lange fort, als er elektriſch bleibt; hieraus erhellen die anhaltenden Wirkungen, welche bloß von der Vertheilung der Wirkungskreiſe abhängen.

Hierbey iſt aber der Umſtand zu bemerken, welchen zuerſt Volta aus dem richtigen Geſichtspunkte betrachtete. Es ſcheint nähmlich jedes + E oder — E, welches innerhalb ſeines Wirkungskreiſes eine Vertheilung bewirkt, während dieſer Zeit in eben dem Maße ſchwächer oder unwirkſamer zu werden, in welchem die von ihm bewirkte Vertheilung ſtärker wird. So bald aber dieſe Vertheilung aufhört, ſo ſcheint auch in dem Augenblicke das ganze + E oder — E in ſeiner vorigen Stärke zurück zu kehren. Dahin gehören alle diejenigen Erſcheinungen, welche Beccaria unter dem Nahmen electricitas vindex begriff, weil er meinte, der elektriſirte Körper gebe ſein ±E dem andern Körper ab, und ergreiſe dasſelbe bey der Trennung wieder. Dagegen ſtellte ſich Volta weit natürlicher vor, daß dieſe ſcheinbare Schwächung nichts weiter als eine natürliche Folge der Verwendung des ±E auf die hervorgebrachte Vertheilung ſey. Herr Lichtenberg drückte dieß ſo aus, es werde das ±E gebunden, und nach aufgehobener Wirkung der Vertheilung werde es wieder frey.

Nach den bekannten Geſetzen der Elektricität ſtoßen ſich gleichartige E ab, mithin beſitzt jeder Körper eine deſto größere Neigung, mehr ±E aufzunehmen, je weniger er davon hat, oder je weniger dasjenige, ſo er hat, wirkſam iſt. Wenn daher das ±E in einem Körper geſchwächt wird, ſo erhält dadurch der Körper eine größere Neigung, mehr ±E aufzunehmen. Es nehmen daher bey jeder Vertheilung oder gegenſeitigen Bindung die Capacitäten zu, indem die Intenſitäten des ±E abnehmen, und man kann ein Paar Flächen fähig machen, weit mehr ±E, als ſonſt, anzunehmen, wenn man jede in den Wirkungskreis der entgegengeſetzten andern bringt. Deutliche Beyſpiele hiervon ſind geladene Flaſchen und Platten. Eine jede belegte Seite befindet ſich in dem Wirkungskreiſe der andern: dadurch werden die Elektricitäten beyder belegten Flächen faſt gänzlich gebunden, ſo daß eine allein weder ſtark aufs Elektrometer wirkt, noch einen merklichen Funken gibt; dadurch wird aber die Fähigkeit der beyden Flächen, mehr

mehr Elektricität aufzunehmen, ſehr groß, und macht eine ungemein heftige Ladung möglich. Beym Entladen wird beyden Elektricitäten eine leitende Verbindung gegeben, ſo daß die Vertheilung plötzlich aufhört, und die ganze Ladung mit einem ſtarken Geräuſch ausbricht. Auf eben dieſe Art erklären ſich auch ſehr leicht die Erſcheinungen des Elektrophors und Condenſators der Elektricität. M. ſ. die dazu gehörigen Artikel.

Lord Mahon, jetzt Graf Stanhope *), beſchäftigte ſich vorzüglich mit Unterſuchungen der elektriſchen Wirkungskreiſe, welche er als einen Theil poſitiv oder negativ elektriſirter Luft betrachtet. Er gebrauchte hierbey ein Elektrometer von Korkkugeln von höchſtens $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer, welche an feinen linnenen Fäden, als ohne Zerreißung möglich war, an einen Haken parallel aufgehangen waren, und am ſicherſten mit einer Stange Siegellack iſolirt wurden. Hiermit unterſuchte er die Stärke der Elektricität in den verſchiedenen Theilen des iſolirten Leiters (fig. 49.) ab deſſen E durch Annäherung eines andern durch Mittheilung elektriſirten Leiters pc vertheilt iſt. Wenn pc ein + E erhalten hat, ſo zeigt der in den Wirkungskreis deſſelben gebrachte Theil des andern Leiters ab ein — E, der entferntere Theil B hingegen ein + E, ſo lange ſelbiger unberührt geblieben iſt, und zwiſchen beyden Enden befindet ſich ein Punkt d, welcher gar keine Elektricität zeigt, den Lord Mahon den neutralen Punkt nennt. Die Stelle dieſes Punktes ſucht er durch die Theorie nach zweyerley Hypotheſen zu beſtimmen, indem er einmahl annimmt, die Wirkung der Elektricität verhalte ſich verkehrt, wie die Entfernung ſelbſt, und das andere Mahl, ſie verhalte ſich verkehrt, wie das Quadrat der Entfernung. Die Verſuche zeigten nachher, daß diejenige Stelle die richtige war, welche ſich aus der letztern Hypotheſe ergab. Bey dieſen ſehr feinen Verſuchen durfte der Faden

am

*) Principles of electricity. Lond. 1779. 4. Lord Mahon's Grundſätze der Elektricität; aus dem Engliſchen überſ. mit Anmerk. von J. F. Seeger. Leipz. 1789. 8.

am Elektrometer nicht über $\frac{1}{4}$ Zoll lang, und nicht wohl an etwas anderen, als an einer Stange Siegellack befeſtigt ſeyn. Oft war es ſchwer, die Stelle des neutralen Punktes bis auf $\frac{1}{100}$ oder $\frac{1}{80}$ der Länge ab genau anzugeben, indem das +E bey b und das —E bey a überaus ſchwach war; inzwiſchen gelang es doch immer, um zu ſehen, daß Verſuch und Rechnung genau mit einander übereinſtimmten; allemahl war bc + ac : ac = bd + ad : ad. Hiebey darf aber ab nicht berührt werden, und noch weniger mit der Erde in Verbindung oder von feuchter Luft umgeben ſeyn; auch darf kein ſpitziger Leiter in den elektriſchen Wirkungskreis gebracht werden.

Dieſe Entdeckungen des Lord Mahon erregten unter den Phyſikern große Aufmerkſamkeit; Herr Volta aber, der bald nachher nach England kam, läugnete, daß das am Leiter ab verſchobene Elektrometer den wahren Zuſtand des ±E an ſeinen verſchiedenen Stellen anzeige. Der Grund, welcher ihn hierzu bewog, war dieſer, weil der Leiter ab aus jeder Stelle ſeiner Länge, an welcher man ihn berührte, auf gleiche Art einen poſitiven Funken gebe, und alsdann, wenn man den Einfluß von pc aufhebe, negativ befunden werde. Hieraus ſchloß Volta gegen Lord Mahon, daß während des Einfluſſes von pc die Wirkung von ab überall von gleicher Intenſität, aber ab an allen ſeinen Stellen in eben demſelben elektriſchen Zuſtande ſey. Die Veränderungen des Elektrometers ſchrieb er vielmehr dem unmittelbaren Einfluſſe des pc auf die Kugeln deſſelben zu.

Dieſen ſcheinbaren Widerſpruch zwiſchen Volta und Lord Mahon hat Herr de Lüc*) glücklich gehoben, indem er gezeigt hat, daß beyde zugleich Recht haben, da ſie den Gegenſtand aus verſchiedenen Geſichtspunkten betrachteten. Lord Mahon redet bloß von dem Abſtoßen der Kugeln des Elektrometers, oder nach de Lüc's Ausdrucke von den elektriſchen Bewegungen, welche bloß den Geſetzen der Dichtigkeiten des elektriſchen Fluidums folgen; dagegen ſieht Volta auf den Ueber-

*) Neue Ideen über die Meteorologie. S. 325 ſqq.

Uebergang dieſes Fluidums in andere Körper, welcher auf dem Geſetze ſeiner ausdehnenden Kraft beruht. Es ſind aber die Dichtigkeiten mit der ausdehnenden Kraft nicht nothwendig, und nur ſehr ſelten unter ſich im gleichen Verhältniſſe, indem dieſelbe Menge elektriſcher Materie durch eine größere Menge fortleitendes Fluidum mehr ausdehnende Kraft erhält. Es können daher beyde Behauptungen wahr ſeyn, ohne ſich zu widerſprechen. Auch lehren Herrn de Lüc's eigene Verſuche, daß wirklich bey Leitern, welche elektriſchen Wirkungskreiſen, oder nach ſeinem Ausdrucke elektriſchen Einflüſſen, ausgeſetzt werden, die Dichtigkeiten des elektriſchen Fluidums an verſchiedenen Stellen verſchieden ſind, obgleich die ausdehnende Kraft an allen Stellen faſt gleich groß iſt.

Wie übrigens Herr de Lüc nach ſeinem Syſteme die Wirkungen der elektriſchen Wirkungskreiſe erklärt, iſt unter den Artikeln: **Flaſche, geladene, Elektrophor**, angezeigt worden.

Herr **Coulomb** hat endlich durch oft wiederhohlte, mit größter Sorgfalt angeſtellte Verſuche gefunden, daß die Theilchen der elektriſchen Materie beym gegenſeitigen Abſtoßen wirklich das Geſetz des verkehrten Verhältniſſes des Quadrats der Entfernungen, befolgen. Wenn z. B. ein Theilchen ein anderes einen Zoll von ihm gelegenes Theilchen mit einer gewiſſen Kraft abſtößt, ſo ſtößt es ein drittes Theilchen, das 2 Zoll von ihm entfernt iſt, mit einer vier Mahl geringern Kraft, ein viertes 3 Zoll von ihm entferntes Theilchen, mit einer neun Mahl geringern Kraft ab u. ſ. f.

M. ſ. **Cavallo** vollſtändige Abhandl. der Lehre der Elektricität, B. I. Leipz. 1797. 8. S. 299 u. ſ.

Wismuth, Aſchbley (bismuthum, ſtannum cinereum ſ. glaciale, bismuth, étain de glace) iſt ein röthlich weißes Halbmetall, das aus breiten Blättern beſteht, und ſehr ſpröde iſt. Sonſt gab man demſelben den Nahmen **Markaſit**, welches bey dem Gebrauche älterer Schriften wohl zu merken iſt, wie z. B. **Wolf** das Amalgama zu Belegung erhabener Kugelſpiegel aus Queckſilber, Zinn und Markaſit

kaſit bereiten lehrt, wo man irren würde, wenn man Markaſit nach der jetzigen Bedeutung des Worts für Schwefelkies nähme.

Sein eigenthümliches Gewicht iſt nach Bergmann 9,670. Sonſt iſt es hart, und hat wenig Klang. In der Hitze fließt der Wismuth noch vor dem Glühen, und eher als das Bley, bey 460 Grad Fahrenh. Bey ſtärkerer Hitze iſt er flüchtig, dampft und brennt endlich beym Glühen und dem Zutritte der Luft mit einer kleinen blauen Flamme, und einem dicken gelben Rauche, der ſich an kalte Körper als Blumen anlegt (flores bismuthi). Dieſe Blumen ſind aber im Feuer nicht weiter flüchtig. In verſchloſſenen Gefäßen läßt ſich der Wismuth unverändert in die Höhe treiben und ſublimiren. Wenn er nach dem Fließen ruhig erkaltet, ſo kryſtalliſirt er ſich in kleinen polyedriſchen Säulen, die ſich treppenförmig, wie die Kryſtalle des Kochſalzes, an einander legen.

Wenn der Wismuth auch bey einem mäßigen Feuer fließt, ſo wird er an der Luft ebenfalls, wie das Bley, auf der Oberfläche mit einer gelbbräunlichen Haut bedeckt, und nach der wiederhohlten Abnahme derſelben endlich ganz in ſolche Wismuthaſche (calx bismuthi, oyidum bismuthi, oxide de bismuth) verwandelt. Er nimmt bey dieſem Verkalken über 0,08 am Gewichte zu. Dieſer Kalk, ſo wie die Blumen, ſchmelzen beym Glühen ziemlich leicht, und geben ein gelbes durchſichtiges Glas von anſehnlicher Dichtigkeit, das, wie das Bleyglas, die Gefäße leicht durchdringt, und die Erden und metalliſchen unedlen Kalke vergläſet. Luft und Waſſer greifen den Wismuth nicht merklich an.

Die Säuren haben auf den Wismuth keine gleich ſtarke Wirkung. Die Schwefelſäure löſet nur kalt den Kalk, den reguliniſchen nicht anders, als im Kochen, mit Entbindung von vielem Schwefelgas, auf. Auch die Salzſäure, ſelbſt im concentrirten Zuſtande, wirkt nur ſchwach auf den reguliniſchen Wismuth. Nur bey anhaltendem Digeriren des Wismuths in ſtarker Wärme mit vieler rauchenden Salzſäure erhält man nach dem Abrauchen der durchgeſeiheten Flüſſigkeit

nach

nach **Monnet's** Bemerkungen kleine längliche, nicht zuſammenhängende Kryſtalle, welche an der Luft zerfließen, durch hinzugegoſſenes Waſſer einen weißen Kalk fallen laſſen, im Feuer zum Theil ihre Säure verlieren, zum Theil aber in Geſtalt einer dickflüſſigen, zähen, in der Kälte geſtehenden, in der Wärme zerfließenden Materie ſublimirt werden können, welche den Nahmen der **Wismuthbutter** erhalten hat. Das eigentlichſte und wirkſamſte Auflöſungsmittel für den Wismuth iſt die Salpeterſäure. Sie greift ihn mit Heftigkeit und Wärme an, und es entwickelt ſich eine ſehr große Menge reines Salpetergas. Die Auflöſung iſt klar und farbenlos, ſchießt in Kryſtallen an, welche einen **ſalpeterſauren Wismuth** (bismuthum nitricum, nitras bismuthi, nitrate de bismuth) darſtellen. Im Waſſer werden die Kryſtalle gleich zerſetzt, und es fällt ein ſehr weißer Wismuthkalk nieder, der **Wismuthweiß, Wismuthniederſchlag, Schminkweiß, Blanc d'Eſpagne** (magiſterium bismuthi) heißt, und um 0,13 Theile ſchwerer, als der aufgelöſete Wismuth iſt.

Mit den meiſten Metallen verbindet ſich der Wismuth und macht ſie dadurch bleicher und ſpröder. Mit dem Queckſilber amalgamirt er ſich ſo leicht, daß er in geringer Menge zugeſetzt dem Queckſilber nichts von ſeiner Flüſſigkeit nimmt.

Uebrigens gebraucht man den Wismuth zu verſchiedenen Compoſitionen, zur Spiegelfolie, zum Löthen u. ſ. w., weil ein kleiner Theil dieſes Halbmetalls die Schmelzbarkeit der Metalle ungemein vermehrt.

M. ſ. **Gren** ſyſtem. Handbuch der geſ. Chemie, Th. III. Halle 1795. 8. §. 2603 ff.

Witterungslehre ſ. **Meteorologie.**

Woche (hebdomas, ſeptimana, ſemaine) iſt die Zeit von ſieben auf einander folgenden Tagen. Der Gebrauch, die Woche in ſieben Tage einzutheilen, iſt faſt bey allen orientaliſchen Völkern in den entfernteſten Alterthümern getroffen worden, und wird von der moſaiſchen Schöpfungsgeſchichte hergeleitet, nach welcher die Welt in ſieben Tagen erſchaffen iſt. In den folgenden Zeiten hat man auch einen jeden Wo-

chentag mit dem Nahmen von einem der ſieben vorgeblichen Planeten belegt, welche Benennung noch heut zu Tage üblich iſt. Nach der ptolemäiſchen Weltordnung wurden dieſe ſieben Planeten von oben herunter alſo geordnet ♄, ♃, ♂, ☉, ♀, ☿, ☽ bey den Tagen in der Woche aber auf folgende Art: ☉(Sonntag), ☽(Montag), ♂(Dienſtag), ☿(Mittwoch), ♃ Donnerstag), ♀(Freytag), ♄(Sonnabend). Nach dem aſtrologiſchen Aberglauben regiert nähmlich ein jeder Planet des Tages eine Stunde, und von dem Planeten, welcher die erſte Stunde des Tages regiert, hat der ganze Tag ſeinen Nahmen erhalten. Wenn alſo die erſte Stunde am Sonntage als den erſten Wochentag von dem vornehmſten Planet, der Sonne, die nachfolgenden Stunden aber von den übrigen Planeten in folgender Ordnung ♀, ☿, ☽, ♃, ♄, ♂ beherrſcht werden, ſo bekommt die 8te Stunde wieder die Sonne, die 23ſte Stunde die Venus, die 24ſte der Merkur und die 25ſte oder die 1ſte Stunde am Montage der Mond, und an dieſem Tage kommt auf die 23ſte Stunde der Saturn, auf die 24ſte der Jupiter, und auf die 25ſte oder auf die erſte Stunde des Dienſtags der Mars u. ſ.

Herodot und DioCaſſius ſchreiben die Zeitperiode von 7 Tagen, mit den Planeten verglichen, den Egyptiern zu. Einige, z. B. Blondel a), leiten die Ordnung, nach welcher die Tage den Planeten zugehören, wobey man immer vom erſten zum vierten ſpringt, von dem muſikaliſchen Intervall der Quarte her, welches die Grundlage der alten Tonleiter ausmachte M ſ Ton.

Des Herrn de la Lande Vermuthung, daß die Abtheilung der Zeit von ſieben Tagen von den alle ſieben Tage abwechſelnden Mondphaſen herrühre, iſt nicht wahrſcheinlich, weil zwey auf einander folgende Mondbrüche nicht auf einerley Wochentage fallen

Wolframſäure, Tungſteinſäure (acidum lapidis ponderoſi, acidum wolframicum, acide tunſtique) iſt eine eigene von Scheele im Jahr 1781. entdeckte Säure, welche

a) Hiſtoire de Calendrier Romain, p. 13 ſqq.

welche den Kalk des Wolframmetalls ausmacht, und im Tungſteine oder Schwerſteine mit Kalkerde vereinigt iſt.

Der Tungſtein (lapis ponderoſus) war von den alten Mineralogen bald unter dem Nahmen der weißen Zinngraupen zu den Zinnerzen, bald zu den Eiſenerzen, auch wohl zu den Steinarten gerechnet worden. Scheele α) zeigte aber im Jahre 1781. zuerſt, daß er eine eigne Säure mit Kalkerde geſättiget enthalte; und Bergmann β) machte es zu gleicher Zeit aus dem großen eigenthümlichen Gewichte dieſer Säure, aus ihrer Fällung durch Blutlauge, und ihrer Eigenſchaft, Glasflüſſe zu färben, wahrſcheinlich, daß dieſe Säure metalliſcher Natur wäre. Die Gebrüder d'Elhuyar γ) beſtätigten Bergmann's Behauptung durch Reductionsverſuche, und fanden zu gleicher Zeit, daß eben dieſe Säure des Tungſteins, nebſt etwas Eiſen und Braunſtein, den vorwaltenden Grundtheil des Wolframs ausmache. Herr Klaproth fand nachher in dem Wolfram 0,46 Säure des Tungſteins, und 0,31 Eiſenkalk und Arſenik.

Nach Scheele gewinnt man die Wolframſäure auf folgende Art: man vermiſcht einen Theil recht fein geriebenen Tungſtein mit 4 Theilen Weinſteinſalze, und ſchmelzt dieſes Gemiſch in einem eiſernen Tiegel, gießt es dann auf eine eiſerne Platte, löſet es in 12 Theilen kochendem Waſſer auf, ſüßet den Rückſtand aus, gießt ſo lange Salpeterſäure darauf, bis kein Aufbrauſen mehr erfolgt, ſchmelzt hierauf den unaufgelöſeten Theil wieder mit 4 Theilen Weinſteinſalz und behandelt Alles wie zuvor, worauf nur ein geringer Theil von Kieſelerde zurückbleibt. Die alkaliſche wäſſerige Ausziehung enthält nun die Verbindung des metalliſchen Grundtheils

α) Neue ſchwed. Abhandl. B. II. 1781. S. 89. und in Crell's neueſt. Entdeck Th. X. S. 204.

β) Supplem. zu der Abhandl. vom Tungſtein. Ebend. S. 95

γ) Chemiſche Zergliederung des Wolframs und Unterſuchung eines neuen darin befindlichen Metalls, überſetzt von Gren, nebſt Beyträgen zur Geſchichte des Wolframs und Tungſteins. Halle 1786. 8.

theils des Tungſteins mit dem Gewächsalkali; die mit Salpeterſäure aber die Kalkerde des Tungſteins. Wird nun der erſtern Salpeterſäure zugeſetzt, ſo fällt ein weißes Pulver nieder, das, mit kaltem Waſſer ausgeſüßt und getrocknet, Scheele'ns Tungſtein- oder Schwerſteinſäure iſt, und das wir Wolframſäure nennen.

Die Gebrüder d'Elhuyar haben indeſſen bewieſen, daß dieſe weiße Tungſteinſäure keines Weges der reine metalliſche Kalk des Tungſteins ſey. Um dieſe Säure ganz rein zu erhalten, muß man ſie nach dem Feinreiben mit Salpeterſäure in hinlänglicher Menge übergießen, damit im Sandbade ſieden laſſen, dieß einige Mahl mit friſcher Säure wiederhohlen, und zuletzt das ausgeſüßte gelbe Pulver unter der Muffel calciniren.

Der reine gelbe Wolframkalk löſet ſich nicht im Waſſer auf; im ätzenden Ammoniakgeiſte aber löſet er ſich gänzlich auf, und die Salpeterſäure ſchlägt aus dieſer Auflöſung ein weißes Pulver nieder, welches der Scheeliſchen Tungſteinſäure ähnlich iſt. Der gelbe Wolframkalk wird blau, wenn er an einem feuchten Orte liegt, und noch eher, wenn er der Sonne ausgeſetzt wird. In dieſem letztern Falle iſt das Blau dunkler.

M. ſ. Gren ſyſtemat. Handbuch der geſammten Chemie, Th. III. Halle 1795. 8. §. 3511 ff.

Wolken (nubes, nuages, nuées) heißen die ſichtbaren im Dunſtkreiſe ſchwebenden Dünſte, welche ſich in einer gewiſſen Höhe über der Erdfläche befinden. Die Wolken ſind von den Nebeln in nichts weiter verſchieden, als daß erſtere bloß in der Höhe über der Erde im Luftkreiſe ſchwimmen, da letztere auf der Erdfläche aufliegen, und zu gewiſſen Zeiten den ganzen Himmel trüben. Auch ſieht man oft den Nebel in Wolken ſich zertheilen, wenn er aufſteigt; und ſelbſt auf dem Gipfel hoher Berge, welche mit Wolken bedeckt ſind, ſieht man ſich bloß mit einem Nebel umgeben.

Inzwiſchen ſcheinen doch die Wolken weit undurchſichtiger, als die Nebel; in den letztern empfindet man noch das

ſchwache

ſchwache Licht, welches ſie von nahen Gegenſtänden durchlaſſen; da man hingegen an den Wolken das häufige Licht wahrnimmt, das ſie nicht durchlaſſen, ſondern von ihrer äußern Fläche zurückwerfen. Dieſe Undurchſichtigkeit der Wolken, welche das Sonnenlicht abhält, und den Himmel trübe macht, hängt von der ungleichförmigen Dichtigkeit ihrer Theilchen und der Luft, in welcher ſie ſchweben, ab, und iſt größer oder geringer, je nachdem die Wolken dichter und dünner, oder von größerer oder geringerer Dicke ſind. Dünne Wolken verſtatten oft, die Sonne mit geſchwächtem Glanze durch ſie zu ſehen; ſonſt bediente man ſich dieſes Mittels, die Sonne ohne Gefahr der Augen durch Fernröhre zu betrachten.

Die Wolken können in der Atmoſphäre in verſchiedenen Höhen ſich befinden, welches ſchon daraus leicht zu erkennen iſt, weil ſie von dem Winde nach verſchiedenen Richtungen fortgeführt werden. Die größte Höhe der Wolken überſteigt die Höhe der Berge, indem die höchſten Berge beſchneyet werden. Auch hat Bouguer Wolken beobachtet, welche 700 bis 800 Toiſen über dem Gipfel des Chimboraço ſtanden.

Riccioli hat durch geometriſche Meſſungen gefunden, daß die Höhe der Wolken nie über 25000 Fuß betrage. Allein die Methoden, die Höhe der Wolken aus zwey Standpunkten geometriſch zu meſſen, ſind unſicher, indem ſich der Ort und Stand der Wolken unaufhörlich ändern, und entfernte Beobachter nie verſichert ſeyn können, bey gleichzeitigen Winkelmeſſungen genau einerley Punkt der Wolke zu treffen. Die Mitglieder der Akademie zu Florenz ſchlugen vor, die Höhe durch den Schall der Wolken zu beſtimmen. Wenn es nähmlich in den Wolken blitze, ſo ſoll man die Zeit zwiſchen dem Blitz und dem Donner beobachten, und hieraus die Entfernung der Wolken aus der bekannten Fortpflanzung des Schalles herleiten. Jakob Bernoulli *) fiel auf den Gedanken, die Höhe der Wolken aus der Zeit zu ſuchen, welche vom Untergange der Sonne bis zu dem Augenblicke verſtreicht, in

*) Noua ratio metiendi altitudines nubium in act. erud. Lipſ. 1688. p. 48 ſqq.

welchem die rothe, von der Erleuchtung durch die letzten Sonnenſtrahlen herrührende, Farbe der Wolken verſchwindet. Auf dieſen Gedanken war er durch vielfältig gemachte Beobachtungen bey heiterm Himmel, da ſich hier und da nur einige Wolken zeigten, gekommen. Er hatte nähmlich wahrgenommen, daß dieſe Wolken nach Untergang der Sonne bisweilen mit rother Farbe glänzten, bis ſie endlich nach einer viertel auch wohl halben Stunde, nachdem dieſe rothe Farbe plötzlich verſchwand, wieder blaß wurden. Da ihm nun aus der Erfahrung bekannt war, daß die untergehenden Sonnenſtrahlen die niedrigern Oerter eher als die höhern verlaſſen, nähmlich zuerſt Wieſen und Felder, nachher die Gipfel der Gebäude, und darauf die Spitzen hoher Berge, am ſpäteſten aber die Wolken, und zwar die gegen Morgen gelegenen eher, als die gegen Abend befindlichen; ſo glaubte er ſchließen zu können, daß die rothe Farbe der Wolken von keiner andern Urſache abhänge, als von der Reflexion der auf ſie fallenden Sonnenſtrahlen, und welche daher verſchwinden müſſe, ſo bald die Sonne den Wolken keine Strahlen mehr zuſenden könnte. Bey der Auflöſung dieſer Aufgabe unterſcheidet er vorzüglich drey Fälle: 1) wenn die Wolke im Scheitelpunkte des Beobachters ſich befindet; 2) wenn ſie zwar nicht im Scheitel, aber doch in einem Scheitelkreiſe liegt; und 3) wenn ſie ſich weder im Scheitel noch in einem Scheitelkreiſe befindet. Dieſen letzten Fall hält er für den ſchwerſten, und bemühet ſich, Formeln zu ſuchen, aus welchen ſich die Höhe der Wolken berechnen läßt. Allein dieſe Methode iſt ſchwerlich in der Ausübung mit Sicherheit zu gebrauchen, weil der Weg der letzten Sonnenſtrahlen durch die Atmoſphäre wegen des verſchiedenen Zuſtandes derſelben ungemein veränderlich iſt.

Was die Größe der Wolken betrifft, ſo iſt dieſe ebenfalls gar ſehr verſchieden. Mariotte *) hat die Länge einiger über eine Meile gefunden. Bey einer kleinen Wolke kann man die Abmeſſungen ihrer Größe aus der Größe ihres Schat-

*) Diſcours ſur le mouvement des eaux. chap. III.

Schattens auf der Erde beſtimmen, welcher wegen des Parallelismus der Sonnenſtrahlen mit der Wolke ſelbſt einerley Breite und Länge hat. Die Dicke der Wolke iſt bey Bergreiſen, wo man durch Wolken ſteigen mußte, oft von etlichen hundert bis tauſend Schuhen gefunden worden.

Die Größe und Geſtalt der Wolken verändert ſich mit jedem Augenblicke, welches Muſſchenbroek den Bewegungen der Luft, den Trennungen und dem Hinzukommen neuer Dünſte zuſchreibt. Ihre Gränzen ſind an den Seiten ſehr irregulär, wie ſchon der Anblick zeigt; die obere Fläche iſt gewöhnlich ungleich und flockig, welches man deutlich wahrnimmt, wenn man ſie auf den Bergen von oben herab betrachtet. Die untere Fläche iſt ebener und glatt abgeſchnitten.

Vom Winde werden ſie mit derſelben Schnelligkeit fortgeführt, als die Luft ſelbſt hat, mit welcher ſie im Gleichgewichte ſtehen, obgleich heftige Stürme, welche gegen ruhende Wolken ſtoßen, dieſelben zertheilen oder dichter zuſammenbringen können. Von den Bergen werden ſie angezogen, und verſammeln ſich daher gern um ſelbige, obgleich dieß Muſſchenbroek vom Winde ableiten will, der ſie gegen die Berge treibe, wo ſie aufgehalten würden und ſich anſammelten, ſo wie ſie in einer windſtillen Gegend hinter den Bergen ruhig blieben.

Auch ſuchte Wolf *) die Laſt der Wolken durch eine ungefähre Rechnung aus Algöwers Beobachtung zu Ulm zu beſtimmen. Es hatte nähmlich am 12. Auguſt 1718. $21\frac{1}{4}$ Linien hoch geregnet, und Wolf nimmt an, daß damahliger Zeit in einer Wolke gerade ſo viel Waſſer war, als herabgeregnet ſey. Nun nimmt er einen Platz an, der 40 Fuß lang und eben ſo breit iſt, weil Algöwer einen ſolchen bey Abmeſſung des Regenwaſſers gebraucht hatte. Dieſer Platz beträgt alſo nach 12 theil. Quadratmaße 1600 Quadratfuß = 33177600 Quadratlinien. Wird nun dieſe mit $21\frac{1}{4}$ Linien multiplicirt, ſo gibt das Produkt 705024000 Cubiklinien die Menge des Waſſers, welches darauf geregnet,

 oder

*) Nützliche Verſuche. Th. II. Cap. VI. §. 91.

oder welches die Wolke enthielt. Nach dem Decimalmaße wäre dieß 408000000 Cubiklinien = 408 Cubikfuß. Setzt man alſo das Gewicht eines Cubikfußes Waſſers = 64 Pfund, ſo würde das ganze Gewicht einer ſolchen Wolke 26112 Pfund betragen. Muſſchenbroek führt auf eine andere Art die Rechnung, indem er nähmlich vorausſetzt, daß die Wolke aus 10 Theilen Luft gegen einen Theil Dünſte zuſammengeſetzt iſt. Weil nun die Luft in Luft nicht wiegt, ſo hat er nur die Dünſte zu berechnen, deren Gewicht den 10ten Theil einer mit der Wolke gleich großen Luftmaſſe ausmacht. Auf ſolche Art findet er das Gewicht einer Wolke, welche 6000 Fuß lang, eben ſo breit, und 1000 Fuß dick iſt, größer als 325182290 Pfund.

Die Alten machten ſich von der Entſtehung und Bildung der Wolken dieſe Vorſtellung, daß ſie glaubten, die in die Atmoſphäre aufgeſtiegenen Waſſerdämpfe würden zum Theil durch Kälte, zum Theil aber auch durch Winde zuſammengebracht und verdichtet. Nachher nahm man die Elektricität zu Hülfe, welche die Waſſertheilchen umringe, ſie in gewiſſen Abſtänden von einander erhalte, und dadurch die verſchiedene Dichte und das ſpecifiſche Gewicht veranlaſſe, vermöge deſſen die Wolken entweder in niedrigern oder höhern Schichten der Atmoſphäre ſchwebten.

Allein ſchon Wolf bemerkt, daß in allen Nebeln und Wolken die Dünſte in blaſenförmiger Geſtalt zugegen ſind, und meint, dieſe kleinen Bläschen wären mit wirklicher Luft angefüllt, woraus er es begreiflich zu machen ſucht, daß Wolken in der Luft ſchwebend erhalten werden können, wenn ſie gleich viel ſchwerer als die Luft ſelbſt ſind.

Nach de Sauſſüre, der die Ausdünſtung als eine wahre Auflöſung des Waſſerdampfs in der Luft annimmt, bleibt der aufgelöſete elaſtiſche Dampf, ſo lange noch kein Niederſchlag erfolgt iſt, vollkommen durchſichtig, wie dieß alle vollkommenen chemiſchen Auflöſungen ſind. Dieſe Durchſichtigkeit behält er bis zur Sättigung; ſo bald aber durch Ueberſättigung, ſie mag entweder durch einen allzuſtarken Zufluß

von

von Dünſten, oder durch Erkältung, oder durch irgend eine andere Urſache erfolgen, ein Niederſchlag bewirkt wird, ſo nimmt derſelbe, wenn eine berührende Oberfläche gegenwärtig iſt, die Geſtalt des Reifs oder des Thaues an; iſt aber keine dergleichen Oberfläche vorhanden, ſo vereiniget er ſich entweder zu kleinen Tröpfchen oder Nadeln, welche die erſten Anlagen zu Regen und Schnee geben, und von de Sauſſure concrete Dünſte genannt werden; oder er nimmt durch einen hinzukommenden Umſtand (vielleicht von der Elektricität) auf einige Zeit die Geſtalt der Dunſtbläschen an. Aus dieſen Dunſtbläschen beſtehen nun die undurchſichtigen Nebel und Wolken; da hingegen von den concreten Dünſten, welche die Lichtſtrahlen durchlaſſen und brechen, die Veranlaſſung zu den Höfen und andern Meteoren entſteht, welche Regen verkündigen. Hört der Umſtand auf, welcher zur Bildung der Bläschen Veranlaſſung gab, ſo verwandelt ſich ihr Waſſer in concreten Dunſt, der entweder ſogleich als Regen, Schnee, Hagel u. ſ. herabfällt, oder auch noch eine Zeit lang ſchwebend im Luftkreiſe bleibt.

Dagegen findet Herr de Lüc das Auflöſungsſyſtem nicht zureichend, die Erſcheinungen der Ausdünſtung, der Bildung der Wolken und des Regens zu erklären, und macht ſich von dem Allen, was im Luftkreiſe hierbey vorgeht, ganz andere Vorſtellungen. Seiner Meinung nach bleibt das Waſſer während der Zwiſchenzeit zwiſchen ſeinem Aufſteigen als Dampf und ſeinem Zuſtande als Wolken, Regen, Schnee u. ſ. in einer veränderten Form verborgen, in welcher es kein Waſſer, keine Feuchtigkeit mehr ſey, ſondern vielmehr eine Luftart ausmache, und aufs Hygrometer gar keine Wirkung äußert. Hiervon überzeugt ihn die große und anhaltende Trockenheit der obern Luftſchichten, welche durch alle Beobachtungen des Hygrometers auf Bergen beſtätigt wird, und die Unmöglichkeit, eine Menge beym Regen vorkommender Umſtände aus den Geſetzen der Hygrologie allein zu erklären. Nach dem Auflöſungsſyſteme können Dunſtbläschen oder concrete Dünſte nicht eher entſtehen, als bis die Luft mit aufgelöſeter

Feuchtigkeit völlig geſättigt iſt. Herr de Lüc ward aber ein Mahl auf dem Buet bey großer Trockenheit der Luft (da das Thermometer 45½ Grad nach Fahr zeigte, und das Hygrometer 66½ Grad von der Sättigung entfernt war,) plötzlich von einem 18ſtündigen Regen und Sturm, Hagel und Donner überfallen, welcher in allen benachbarten Gebirgen und Ebenen eben ſo lange anhielt; und nachdem Alles vorbey war, zeigte die Luft eben den Grad der Feuchtigkeit wie vorher. Ein ſolches Phänomen, bey dem auch die Urſache nicht in der Kälte der Luft liegen konnte, zeigt, daß der Regen nicht ſchlechthin der umgekehrte Verdampfungsprozeß iſt.

Selbſt de Sauſſüre findet, daß ein Cubikfuß Luft, bey der Wärme von 70° Fahrenh. im Zuſtande der vollkommenen Sättigung, nicht mehr als 10 Gran Waſſer enthalten könne. Dieß iſt aber zur Erklärung der Menge des Waſſers, welche die Wolken herabgießen, ſchlechterdings nicht zureichend; daher de Sauſſüre darauf rechnen muß, daß ſich dieſe große Waſſermenge in Geſtalt des Veſicularniederſchlages im Luftkreiſe aufhalte, wobey es für die Menge von Bläschen in einem beſtimmten Raume keine andere Gränze, als ihre unmittelbare Berührung, gebe. Dagegen zeigt Herr de Lüc mit vieler Stärke, wie wenig dieß zur Erklärung des Regens hinreiche, und wie Herr de Sauſſüre dieß ſelbſt fühle, und daher zur Unterhaltung der Fortdauer des Regens ein beſtändiges Aufſteigen der Dünſte und einen vertikalen Wind anzunehmen genöthigt ſey. De Lüc beweiſet aber, daß es einen ſolchen vertikalen Wind gar nicht gebe, nicht geben könne, und daß er, wenn es einen gebe, doch nur Regen nach Regen, nicht aber das ganze Phänomen erklären würde.

Aber auch Herr de Lüc nimmt die Wolken als eine Sammlung von Bläschen an, und vermuthet, daß die Urſache ihrer Kugelſtalt zum Theil Feuer ſey, weil ſie dem Körper, den ſie benetzen, zugleich fühlbare Wärme mittheilen. Hierüber hat er ſchon in ſeinen Unterſuchungen über die Atmoſphäre (Th. I. §. 694.) eine am 30. May 1756. auf dem Gebirge

Gebirge Saleve angeſtellte Beobachtung angeführt, da bey ſehr heiterm Himmel das Thermometer in freyer Luft in der Sonne aufgehängt $+4\frac{3}{4}$ ſeiner Skale zeigte. Es erhob ſich eine Wolke, die ſich unten gebildet hatte, umgab ihn und verbarg gänzlich die Sonne und Ebene. Er beobachtete ſein Thermometer, welches befeuchtet war, ſo wie auch der Strauch, an dem es hing, und ſtieg zu $+5\frac{1}{2}°$. Da die Wolke höher geſtiegen war, und die Sonne wieder zum Vorſchein kam, und das Thermometer von neuen erſchien, ſo ſank das Thermometer auf $+4\frac{3}{4}°$ zurück.

Die Entſtehung der Wolken ſucht de Lüc auf folgende Art begreiflich zu machen: die eigentlichen Dünſte, als das unmittelbare Produkt der Ausdünſtung, haben bey jeder Temperatur ein Maximum, das ſie nicht überſteigen können, ohne daß ſich ein Theil davon bald zerſtöre. Alsdann iſt der Hang der Theilchen des Waſſers ſich unter einander zu vereinigen, ſtärker, als ihr Hang, mit dem Feuer vereinigt zu bleiben. Wenn dieſes Maximum ſchnell überſchritten wird, ſo bilden ſich alle Mahl Bläschen. Es ſuchen alsdann viele Waſſertheilchen ſich in jedem kleinen Raume zu vereinigen, und das Feuer, welches frey wird, verbindet ſich mit den übrigbleibenden Theilchen der Dünſte. Vielleicht werden die Waſſertheilchen durch dieſe elaſtiſchen Dünſte, welche noch fortfahren unter ihnen zu exiſtiren, und durch eine gewiſſe Menge von Feuer, das mit ihnen in dieſe Hülle eingeſchloſſen bleibt, genöthigt, die Geſtalt der Bläschen anzunehmen. Die Bläschen vertragen, ohne zu gefrieren, eine größere Kälte, als das Waſſer; gefrieren ſie aber endlich, ſo werden ſie zerſtört, und in Schnee verwandelt, deſſen Geſtalten deutlich den Hang der Waſſertheile verrathen, beym Verluſte ihres latenten Feuers regelmäßige Formen anzunehmen.

Herr de Lüc glaubt, daß Nebel und Wolken nichts weniger als bleibende Phänomene ſind, vielmehr ſind ſie bald vorübergehende Erſcheinungen, und wenn ſie uns ja von Dauer zu ſeyn ſcheinen, ſo iſt dieß nicht wirklich, ſondern nur Täuſchung. Die Bläschen zerſtören ſich alle Augenblicke in der

 Luft,

Luft, es entſtehen aber ſo fort wieder andere in der Stelle der vorigen. Man kann ſich eine Idee von dem Verſchwinden und Entſtehen von bläschenförmigen Dünſten machen, wenn man ſich einen unſichtbaren Keſſel vorſtellt, welcher in der Luft aufgehängt iſt, und in welchem das Waſſer mit Heftigkeit kochte. Das Hygrometer zeigt in den Wolken die größte Sättigung; ganz nahe dabey nichts weniger als dieſes. Da nun aber die Wolken beſtändig bleibende Körper zu ſeyn ſcheinen, während ſie beſtändig verdunſten, ſo muß eine unerſchöpfliche Quelle vorhanden ſeyn, aus welcher ſie beſtändig von neuen entſpringen. Wo dieſe reichhaltige Quelle liege, iſt noch ein Gegenſtand der Unterſuchung; ſehr wahrſcheinlich wird ſie aber in irgend einer Urſache gefunden werden, welche die Rückkehr des latenten Waſſers, welches ſich unter andern Geſtalten in der Luft befand, in die Geſtalt der Dünſte ſchleunig befördert.

Daß die Wolken wirklich verdunſten, ſelbſt dann, wenn ſie ſich vergrößern, läßt ſich nach Herrn de Lüc deutlich wahrnehmen, wenn man die Augen auf ihren zerſchnittenen Rand wendet, welcher, wenn er das Blaue des Himmels zum Grunde hat, tauſend beſondere Figuren darſtellt. Bisweilen ſieht man, indeſſen ſich ein Zweig der Wolke zerſtreuet, andere ſich bilden, ſich ausdehnen und ſelbſt neue Zweige hervorbringen. Es ſcheint in der Luft eine allgemeine Quelle von Dünſten zu ſeyn, welche ſie bey gewiſſen Umſtänden hergibt; dieſe Dünſte werden an dem Orte ſelbſt erzeugt, wo ſich die Wolken bilden; nur durch die Fortdauer dieſer Erzeugung erhalten ſich die Wolken, und vergrößern ſich ſogar, ob ſie gleich rund herum verdunſten. Endlich zerſtreuen ſie ſich, wenn die Quelle verſiegt, und ihre Ausdünſtung nicht mehr durch Bildung neuer Dünſte erſetzt wird.

Diejenigen Wolken, welche Regen verbreiten, ſind von den bisher betrachteten nur darin verſchieden, daß die Urſache, welche ihnen Dünſte verſchafft, es in einem ſolchen Uebermaße thut, daß die gebildeten Bläschen, indem ſie ſich weder ſchnell genug ausdehnen noch verdunſten können, ſich häufig

im

im Schoße der Wolken selbſt berühren, wodurch ein Theil davon zerſtört wird. Alle Bläschen, welche ſich alſo berühren, vereinigen ſich, und es bilden ſich allmählich ziemlich große Blaſen, von welchen das Waſſer ringsum abfließt, bis endlich ihr oberer Theil ſo dünn wird, daß ſie zerplatzen. Alsdann bilden ſich Waſſertropfen, welche im Fallen ſich vergrößern, und andere Bläschen mit ſich fortreißen, oder mit Waſſer überladen, woraus die Franzen oder Flocken entſtehen, welche man ſo oft von den Regenwolken herabhängen ſieht. M. ſ. Regen.

Dieſe ſehr ſinnreiche Theorie der Wolken bleibt freylich noch manchen Schwierigkeiten ausgeſetzt. Man erhält daraus noch keine deutliche und beſtimmte Idee von der Quelle der Erzeugung der Dünſte. Auch iſt es nicht leicht zu erklären, warum das Barometer ſinkt, wenn ſich große Wolken bilden, und wieder ſteigt, wenn es zu regnen anfängt. Selbſt Herr de Lüc geſteht, daß ihm ſeine Hypotheſe in Rückſicht der Veränderungen des Barometers an ein und demſelben Orte noch nicht genugthue. Zwiſchen den Wendekreiſen gibt es faſt gar keine Barometerveränderungen, obgleich die Abwechſelung der Ausdünſtung und des Regens eben ſo häufig, und wohl noch häufiger, als an andern Orten, ſind.

Seitdem hat de Lüc in einigen Briefen an de la Metherie *) die Theorie der Auflöſung des Waſſers in der Luft mit erheblichen Gründen beſtritten. Er nennt es eine ſchwankende Hypotheſe ohne allen Grund, unnütz zur Erklärung der Erſcheinungen, welche ſie doch ganz allein zur Abſicht habe, und behauptet, daß ſie über alle Theile der Phyſik die größte Dunkelheit verbreite. Dagegen hat dieſe Theorie der Auflöſung des Waſſers in Luft an Herrn Hube einen ſcharfſinnigen Vertheidiger gefunden, wovon das Weſentlichſte ſchon unter dem Artikel: **Ausdünſtung**, iſt angeführt worden. Hier

*) Obſerv. ſur la phyſique etc. p. MM. *Rozier, Mongez* et *de la Metherie.* Tom. XXXVI. 1790. Mars. p. 197 ſqq. Avril p. 176 ſqq. überſ. in Gren's Journal d. Phyſ. H. 6. S. 402. H. 7. S. 131 f.

Hier iſt nur noch nöthig zu zeigen, was für eine Vorſtellung er ſich von der Bildung der Wolken mache.

Die Nebel haben mit den Wolken eine vollkommene Aehnlichkeit, und ſind nur in Anſehung des Ortes, den ſie in der Atmoſphäre einnehmen, verſchieden. Die Wolken ſind eben ſo gut, wie die Nebel, elektriſirt, und oft ungleich ſtärker, nur iſt ihre Elektricität gewöhnlich nicht poſitiv, ſo wie die der Nebel, ſondern negativ. Vielleicht rührt dieſe ſtarke Elektricität, welche die Wolken oft zeigen, bloß davon her, daß ſie ſich an der Luft reiben, indem ſie ſich in ihr erheben oder ſenken, oder auf eine andere Art bewegen. Außer dem nimmt die Elektricität der Nebel und der Wolken zu, wenn ihre Bläschen einander näher kommen. Daher findet man gewöhnlich die ſtärkſte Elektricität in dichten Nebeln, und in dichten dunkeln Wolken.

Die Wolken verlieren ihre Elektricität entweder durch wirkliche Berührung mit leitenden Körpern, z. B. wenn ſie ſich an die Berge hängen, und da unmerklich, oder auf ein Mahl zerfließen, oder nicht bey einer unmittelbaren Berührung, ſondern auch ſchon in einer gewiſſen Entfernung von der leitenden Erde, da die Luft bald mehr, bald weniger, aber doch immer etwas leitend iſt. So bald dieſer Verluſt beträchtlich genug iſt, ſo fließen die Bläschen der Wolken ſo ſtark zuſammen, daß ſie in Tropfen herunter fallen und Regen bilden.

Die Nebel werden durch die Kälte erzeugt, welche die Feuchtigkeit der Luft auf die zweyte Art niederſchlägt. Viele Wolken haben einen ähnlichen Urſprung, und es iſt höchſt wahrſcheinlich, daß die Kälte ſo wohl in der obern, als untern Luft, andere Dünſte niederſchlagen kann, als ſolche, welche auf die zweyte Art aufgelöſet worden ſind. Dergleichen Dünſte finden ſich faſt alle Zeit bey uns in der Atmoſphäre, da bey uns auch im Sommer die Gewäſſer und alle ſehr naſſe Körper meiſten Theils auf die zweyte Art ausdünſten. Es kann aber auf mancherley Art geſchehen, daß die Kälte Wolken, und keine Nebel veranlaßt, ungeachtet die unterſte Luft

meiſten

meiſten Theils feuchter iſt, und auch größere Abwechſelungen der Wärme und Kälte erleidet, als die obere. Dieß kann geſchehen: 1) wenn bey heiterm Himmel eine warme Luft wehet, weil alsdann die warme Luft, welche der Wind zuführt, oben viel ſtärker als unten erkältet; 2) wenn die untere Atmoſphäre bald nach Sonnenaufgang, wo die Sonnenwärme am ſchnellſten zunimmt, beſonders bey heitern Sommertagen, ſtark ausgedehnt wird, und ſich daher merklich erhebe; und da ſie um dieſe Zeit ſehr feucht zu ſeyn pflegt, ſo erleidet ihr oberes oft einen Niederſchlag der Dünſte; 3) wenn ſich feuchte Luftmaſſen ſchnell von der Erde in die Höhe erheben, und oben durch Erkältung die aufgelöſeten Dünſte fahren laſſen.

Die feuchten Luftmaſſen beſtehen nach Herrn Hube aus brennbarer Luft, welche, obleich mit Dünſten der zweyten Art beladen, dennoch wegen ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit halben ſchnell in der Atmoſphäre aufſteigt. Die Entwickelung dieſer Luft ſcheint unter andern auch durch die Elektricität befördert zu werden. Denn wenn man auf der Spitze eines hohen Berges ſteht, indem ſich unten an ihm ein Gewitter zuſammenzieht, ſo ſieht man unzählige große und dicke Wolkenflocken aus den Thälern aufſteigen, und dieſe tragen ſehr viel dazu bey, daß ſich die Gewitterwolken ſo ſchnell vergrößern. Indeſſen verwandeln ſich nicht alle aufſteigenden brennbaren Luftmaſſen in Wolken, ſondern nur diejenigen, welche vieles Waſſer auf die zweyte Art aufgelöſet haben, unten auf der Erde beträchtlich erwärmt worden ſind, und ſchnell genug aufſteigen, um ſtark genug erkältet zu werden, ehe ſie noch ihre Dünſte der angränzenden trockenen Luft in beträchtlicher Menge mittheilen können. Unter dem heißen Erdſtriche ſteigt die brennbare Luft noch viel häufiger auf, als bey uns, dennoch bleibt dort der Himmel viele Monathe hinter einander heiter, weil das Waſſer gewöhnlich nur auf die erſte Art ausdünſtet.

Die aufſteigenden leichtern Luftmaſſen fangen erſtlich einige Stunden nach Sonnenaufgang an, ſich in Wolken zu verwandeln. In der Nacht, wie auch früh Morgens und des

Abends, ſind ſie ſchon auf der Erde kalt, ehe ſie ſich erheben, und es kann daher die Erkältung in der obern Luft ihre Dünſte nicht niederſchlagen. Sie geben um deſto leichter Wolken, je ſtiller ihre Luft iſt, weil ſie um deſto ſchneller gerade aufſteigen, und folglich auch um deſto ſchneller erkältet werden. Zuweilen kann ein heftiges Feuer auf der Erde die untere Luft auf eine anſehnliche Höhe treiben, einen beträchtlichen Fluß in der Atmoſphäre von unten nach oben hervorbringen, und dadurch zu Wolken Gelegenheit geben. So hat man bemerkt, daß eine reichliche Ausſtrömung der Lava aus den Vulkanen ſehr oft außerordentlich heftige Regengüſſe zur Folge habe. Da das Meer in kältern Gegenden faſt immer auf die zweyte Art ausdunſtet, und viel brennbare Luft in die Höhe ſendet, ſo entſtehen über demſelben auch die häufigſten Wolken.

Aber Erkältung und brennbare Luft erklären noch nicht alle Wolken; daher nimmt Herr Hube noch die Elektricität zu Hülfe, deren Mittheilung nach ihm die Ziehkraft der Luft ſchwächt, und die Niederſchlagung befördert. Er beweiſet dieß daraus, daß man, wenn ſich Gewitterwolken zuſammenziehen, in der untern Luft eine Zunahme der Feuchtigkeit bemerkt, obgleich alsdann die Dünſte in Menge aus der untern Luft hinweg und zur Gewitterwolke übergehen. Man fühle alsdann, ſagt er, die Schwächung der Ziehkraft an der Schwüle der Luft, welche die Feuchtigkeit des Körpers nicht mehr auflöſe. Hier müſſe man nothwendig vermuthen, daß die Ziehkraft der Luft ſich überhaupt in dem Wirkungskreiſe ſehr ſtark elektriſirter Körper vermindere.

Hieraus ſucht Hube die merkwürdige Erſcheinung zu erklären, welche Herrn de Lüc bewog die bisherigen Theorien des Regens aufzugeben. M. ſ. Regen. Man beobachtet nähmlich auf hohen Bergen, daß die Luft in einer geringen Entfernung dicker Wolken oft ſehr trocken iſt, und daß ſich die Wolken dennoch nicht auflöſen, ſondern noch mehr zuſammenziehen, und in Regen ergießen. Wie wäre dieß möglich, ſagt er, wenn nicht ſolche Wolken nahe um ſich her, durch ihre Elektricität, die Ziehkraft der Luft ſchwächen, und

alſo

alſo ihre ſcheinbare Trockenheit vermindern möchten? Er hat einige Mahl des Nachts bemerkt, daß bey heiterm Himmel um einzelne Wolken ein ſchwaches weißliches Licht entſtand, und bald darauf an den Stellen dieſes Lichtes die Sterne verſchwanden. Daraus folgert er, daß ſelbſt gemeine Regenwolken durch ihre Elektricität die Ziehkraft der umher liegenden Luft oft bis zur Niederſchlagung der Dünſte ſchwächen, und ſich dadurch immer mehr vergrößern. Die Urſache hiervon iſt, daß die Atmoſphäre an ſich urſprünglich eine poſitive Elektricität hat, und alſo die negative elektriſche Materie begierig einſaugt, wenn eine Wolke ſie durch Mittheilung elektriſirt. Durch dieſe neue Verbindung aber wird die alte Verbindung der Luft mit den Dünſten geſchwächt.

Die Elektriſirung der obern Atmoſphäre bringt nach Herrn Hube vornähmlich die ſchuppigen Wolken hervor, welche man Lämmer zu nennen pflegt, und welche dem Herrn de Sauſſüre von der Spitze ſehr hoher Berge noch eben ſo hoch erhaben zu ſeyn ſchienen, als von unten aus der Tiefe geſehen. Sie verdichten ſich nach und nach immer mehr, und nähern ſich der Erde. Zuweilen aber macht dieſe Elektriſirung auch, daß ſich der ganze Himmel mit einem feinen Nebel bedeckt, welcher ſich immer mehr verdickt, und oft in einer halben Stunde ganz dunkel wird.

Wenn ſich aber in der untern Atmoſphäre durch die Elektriſirung von oben Wolken erzeugen, ſo ſieht man ſie zuerſt an den Spitzen hoher Berge als kleine Flocken ſchweben; denn an den Spitzen der Berge iſt die Luft am feuchteſten; hier ſondern ſich alſo die Dünſte am erſten und leichteſten ab, und hier hört auch die Auflöſung am ſpäteſten auf. Daher bleiben die Gipfel der Berge noch immer mit Wolken bedeckt, wenn der Himmel um ſie her ſich ſchon allenthalben aufgeklärt hat. Man ſieht daraus, warum hohe Berge ſchlechte Witterung vorher verkündigen.

Ueberhaupt wird nach Herrn Hube die Beſchaffenheit des Wetters auf der Erde durch zwey von einander unabhängige Urſachen, Elektricität und Sonnenwärme, beſtimmt; in

in den heißern Ländern wirkt die letztere, in den kältern die erſtere ſtärker. Eben dieſerwegen iſt im heißen Erdſtriche die Witterung ſo regelmäßig, und weil das Waſſer daſelbſt meiſten Theils auf die erſte Art verdunſtet, ſo können auch nur ſelten durch Erkältung Wolken entſtehen. Bey uns hingegen dunſten die Gewäſſer faſt immer auf die zweyte Art aus, und die atmoſphäriſche Elektricität iſt äußerſt veränderlich. Es läßt ſich alſo leicht einſehen, warum das Wetter hier viel unbeſtändiger ſeyn muß, als zwiſchen den Wendekreiſen.

So ſcharfſinnig auch Herr Hube mancherley Phänomene nach ſeiner Theorie erklärt, ſo liegen doch derſelben Vorausſetzungen zu Grunde, welche ſich ſchwerlich durch directe Erfahrungen erweiſen laſſen.

M. ſ. *van Muſſchenbroek* introd. ad philoſ. natur. Tom. II. §. 2329 199. de Lüc neue Ideen über die Meteorologie, Th. II. 3te Abtheilung. Cap. 1. § 535 ff. Hube vollſtändiger u. faßlicher Unterricht in der Naturlehre, Th. II. Leipz. 1793. 8. 29ſter — 32ſter Brief.

Wolkenbruch ſ. Regen.

Wunderſalz, glauberiſches ſ. Laugenſalze.

Wurf, Wurfbewegung (iactus, proiectio, motus proiectorum ſ. proiectilium, projection, jet, mouvement des projectiles ou des corps projettés). Wenn ein bewegter Körper während ſeiner Bewegung durch eine ſtetig nach parallelen Richtungen wirkende Kraft von ſeiner Richtung abgelenkt wird, ſo muß er eine krumme Linie durchlaufen. M. ſ. **Bewegung, krummlinige, ungleichförmig beſchleunigte, zuſammengeſetzte.** So wird (fig. 50.) ein ſchwerer Körper auf der Oberfläche der Erde a nach der ſchiefen Richtung age getrieben, an allen Stellen ſeines Weges von der Schwere nach den parallelen Richtungen ghk, edc u. ſ. abwärts gezogen, folglich von der geraden Linie age abgelenkt, und in der krummen Bahn adb fortbewegt. Hierbey heißt die Kraft, welche dem Körper bey

ben a durch die Hand eines Menſchen, durchs Abfeuern eines Geſchützes u. ſ. eingedrückt wird, der **Wurf**, und die Bewegung in der Bahn adb, welche aus der Verbindung des Wurfs mit der Wirkung der Schwere entſteht, die **Wurfbewegung**.

Wenn ein Körper (fig. 51.) bey d in horizontaler Richtung dk mit der Geſchwindigkeit γ geworfen, oder durch irgend eine Art fortgetrieben wird. Mit dieſer Geſchwindigkeit wird er in der Zeit t einen Weg $dh = fg = t\gamma$ zurückgelegt haben. In eben dieſer Zeit aber hat ihn die Schwere durch den Raum $df = gt^2$ herabgetrieben. M. ſ. **Fall der Körper**. Folglich befindet er ſich am Ende der Zeit t in einem Punkte g, für welchen $dh^2 = \gamma^2 t^2$, und $hg = df = gt^2$, mithin allemahl

$$fg^2 = \frac{\gamma^2}{g} . df; \; lm^2 = \frac{\gamma^2}{g} : dl \text{ u. ſ.}$$

iſt. Dieß iſt die Gleichung für eine Parabel, deren rechtwinklige Coordinaten df, fg; dl, lm u. ſ. aus dem Scheitelpunkte d auf der Achſe dn genommen ſind, und deren Parameter $= \frac{\gamma^2}{g}$ iſt; mithin liegen alle Stellen, durch welche der Körper geht, in einer ſolchen paraboliſchen Bahn dgmo.

In der Experimentalphyſik pflegt man dieß durch eigene Verſuche zu beſtätigen, wozu die ſo genannten **paraboliſchen Maſchinen** gebraucht werden, wovon s'Graveſande *) eine beſchreibt. Es wird nähmlich ein Bret acnd am obern Theile nach der Geſtalt einer beliebigen krummen Linie abd ausgeſchnitten, und mit Elfenbein oder einer andern wohl geglätteten Materie ausgelegt, um die Friktion ſo viel als möglich zu vermeiden. Dieſe Krümmung muß aber am Ende d völlig horizontal ausgehen. Wenn nun ein ſchwerer,

*) Phyſic. elem. mathemat. Lugd. Batav. 1725. 4. Tom. I. c. 20. Tab. XIII.

rer, kleiner, runder Körper von a aus in dem krummen Kanale herabrollt, ſo wird er bey d eine horizontale Richtung dk, und bey d eine ſolche Geſchwindigkeit erhalten haben, welche der lothrechten Höhe ſeines Falles ae zugehört. M. ſ. **Fall der Körper.** Stellt man alsdann an die Seite d ein anderes rechtwinkeliges Bret dnok, auf welchem die halbe Parabel vom Scheitel d, nähmlich dgmo, und vom Parameter 4ae gezeichnet iſt, ſo wird die herabrollende Kugel von d aus den Weg nehmen, den dieſe Parabel vorzeichnet, und wenn man bey g, m, o Ringe anbringt, ſo wird ſie durch ſelbige hindurch gehen.

Nimmt man auf der Seite dk, welche wagrecht liegt, λh, hi, ik gleich groß an, ſo werden die Linien hg, il, ko wie 1, 4, 9 wachſen; und wenn dn = ae genommen wird, ſo wird vermöge der Natur der Parabel no = 2ae ſeyn. Daher werden die Abtheilungen dh = hi = $\frac{2}{3}$ ae; df = $\frac{1}{9}$ ae; dl = $\frac{4}{9}$ ae, woraus ſich die Punkte h, m leicht ergeben. Der Erfolg von dieſem Verſuche wird freylich wegen des Widerſtandes der Luft in etwas abgeändert, daher man die Ringe bey g, m, o etwas weit, die Kugel hingegen klein und ſchwer machen muß.

Die Zeit t, in welcher der paraboliſche Bogen dg zurückgelegt wird, iſt $= \frac{\sqrt{dl}}{g}$, und für die Geſchwindigkeit an der Stelle g findet man aus der Formel $v\,dt = d\,s$ nach gehöriger Berechnung

$$v^2 = \gamma^2 + 4g \,.\, df.$$

Wenn dagegen ein Körper (fig. 50.) aus der Stelle a nicht in horizontaler Richtung ab, ſondern vielmehr in der ſchiefen ae, welche mit dem Horizonte ab den Winkel eab = α macht, und mit der anfänglichen Geſchwindigkeit = c geworfen wird; ſo läßt ſich dieſe Geſchwindigkeit in eine horizontale nach ak und in eine vertikale nach kg zerlegen. Die erſtere iſt = c . coſ. α und die andere = c . ſin. α. M. ſ. **Zerlegung der Kräfte und Bewegungen.** Auf

jene

ne wirkt die Schwere nicht, mithin bleibt ſie ungeändert, und er Körper wird in der Zeit t, in welcher er mit der Geſchwindigkeit c nach g gelangt ſeyn würde, horizontal eben ſo weit fortgegangen ſeyn, als wenn die Schwere gar nicht gewirkt hätte, d. h. er wird ſich am Ende der Zeit, in der Vertikallinie g k befinden, wo $ak = c.\,\text{coſ}.\,\alpha\,.\,t$ iſt. Allein die Schwere wirkt der vertikalen Bewegung $kg = c\,.\,\text{ſin}.\,\alpha\,.\,t$ gerade entgegen, und verurſacht alſo, daß der Körper am Ende der Zeit t nicht in g, ſondern etwas tiefer in h iſt, nähmlich um ſo viel tiefer, als der Raum $gh = gt^2$ erfordert, durch welchen die Schwere den Körper während der Zeit t niedertreibt. So hat man für die Stelle h am Ende der Zeit t

$$ak = c\,.\,\text{coſ}.\,\alpha\,.\,t$$

$$kh = kg - hg = c\,.\,\text{ſin}.\,\alpha\,.\,t - gt^2.$$

Für die Stelle b, wo der geworfene, wo der Körper den horizontalen Boden a b, oder überhaupt die Horizontalebene durch a wieder erreicht, wird $kh = o$, mithin $c\,.\,\text{ſin}.\,\alpha = gt$, und $t = \frac{c\,.\,\text{ſin}.\,\alpha}{g}$. Setzt man dieſen Werth für t in die Formel a k, welches ſich für die Stelle b in a b verwandelt, ſo erhält man die Weite des Wurfs

$$ab = \frac{c^2\,.\,\text{ſin}.\,\alpha\,.\,\text{coſ}.\,\alpha}{g} = \frac{c^2\,.\,\text{ſin}.\,2\alpha}{2g}.$$

M. ſ. **Weite des Wurfs.**

Für die Stelle d, wo der Körper die größte Höhe über dem Horizonte erreicht, oder wo k h ein Größtes wird, muß $dkh = c.\,\text{ſin}.\,\alpha\,.\,dt - 2gtdt = o$ ſeyn; und $t = \frac{c\,.\,\text{ſin}.\,\alpha}{2g}$, oder halb ſo groß, als für die Stelle b. Dieß in die Formel für a k geſetzt, gibt $ac = \frac{1}{2}ab$; und in der Formel für k h, welches ſich durch dieſe Subſtitution in c d verwandelt,

$$cd = \frac{c^2\,.\,\text{ſin}.\,\alpha^2}{2g} - \frac{c^2\,.\,\text{ſin}.\,\alpha^2}{4g} = \frac{c^2\,.\,\text{ſin}.\,\alpha^2}{4g}.$$

Auch hier iſt der Weg, welchen der geworfene Körper durchläuft, eine Parabel, deren Parameter $= 4c \,.\, \text{coſ.}\, \alpha^2$, wenn α der Erhöhungswinkel des Wurfs, und c die der erſten Geſchwindigkeit zugehörige Höhe iſt. Will man dieſe Parabel auf ihren vertikalen durch a gehenden Durchmeſſer beziehen, z. B. daß für die Stelle h, die Abſciſſe $gh = gt^2$, die halbe Ordinate $= ag = ct$ wird, ſo fällt die Gleichung eben ſo aus, wie beym horizontalen Wurfe, und es wird der zu dieſem Durchmeſſer gehörige Parameter $= \frac{c^2}{g}$.

Wenn man aber dieſe krumme Linie lieber auf rechtwinkelige Coordinaten bringen, und die Abſciſſen dp vom höchſten Punkte d anfangen laſſen will, ſo wird

$$dp = dc - kh = \frac{c^2 \,.\, \text{ſin.}\, \alpha^2}{4g} - c \,.\, \text{ſin.}\, \alpha \,.\, t + gt^2$$

$$ph = as - ak = \frac{c^2 \,.\, \text{ſin.}\, \alpha \,.\, \text{coſ.}\, \alpha}{2g} - c \,.\, \text{coſ.}\, \alpha\, t$$

$$ph^2 = \frac{c^4 .\, \text{ſin.}\alpha^2 .\, \text{coſ.}\alpha^2}{4g^2} - \frac{c^3 .\, \text{ſin.}\alpha \,.\, \text{coſ.}\alpha^2}{g} + c^2 \text{coſ.}\alpha^2 t^2$$

also $ph^2 = \frac{c^2 : \text{coſ.}\, \alpha^2}{g} \,.\, dp.$

Dieß iſt aber eine Gleichung für die Parabel, welche d zum Scheitelpunkt, und $\frac{c^2 \,.\, \text{coſ.}\, \alpha^2}{g}$ zum Parameter hat. Daher wird beym ſchiefen Wurfe dieſelbe Parabel beſchrieben, deren Hälfte db beym horizontalen Wurfe aus d mit der Geſchwindigkeit $\gamma = c \,.\, \text{coſ.}\, \alpha$ würde beſchrieben worden ſeyn, und welche nach dem vorigen die vierfache der Geſchwindigkeit $c \,.\, \text{coſ.}\, \alpha$ zugehörige Höhe zum Parameter hat.

Der Brennpunkt f dieſer Parabel ſteht vom Scheitel d um den vierten Theil des Parameters ab, folglich iſt df der Höhe ſelbſt gleich, welche der Geſchwindigkeit γ oder $c \,.\, \text{coſ.}\, \alpha$ zugehört.

Die

Die Zeit t, in welcher das Stück ah der paraboliſchen Bahn zurückgelegt wird, iſt $= \frac{ag}{c} = \frac{ak \,.\, \mathrm{sec.}\, \alpha}{c}$, und verhält ſich daher wie ak, ſo daß der geworfene Körper in gleichen Zeiten gleich weiten horizontalen Fortgang hat, weil nähmlich ſeine horizontale Geſchwindigkeit c . coſ. α allenthalben ungeändert bleibt. Die ganze Zeit durch adb iſt

$$= \frac{ab \,.\, \mathrm{sec.}\, \alpha}{c} = \frac{c \,.\, \mathrm{sin.}\, \alpha}{g}$$, wie ſchon oben gefunden worden.

Die Geſchwindigkeit v an der Stelle h iſt aus der horizontalen Geſchwindigkeit c . coſ. α und der vertikalen c . ſin α — 2gt zuſammengeſetzt. Mithin iſt ihr Quadrat

$$v^2 = c^2 \,.\, \mathrm{cos.}\, \alpha^2 + c^2 \,.\, \mathrm{sin.}\, \alpha^2 - 4gc \,.\, \mathrm{sin.}\, \alpha \,.\, t + 4g^2 t^2$$
$$= c^2 \,.\, \mathrm{cos.}\, \alpha^2 + 4g \,.\, dp,$$

und die ihr zugehörige Höhe

$$= \frac{c^2 \,.\, \mathrm{cos.}\, \alpha^2}{4g} + dp = df + dp.$$

Nach der Natur der Parabel iſt alle Mahl df + dp = fh. Daher iſt für jede Stelle h die aus dem Brennpunkte dahin gezogene Linie fh der Höhe gleich, welche der Geſchwindigkeit des Körpers in h zugehört. So iſt af die Höhe, welche der anfänglichen Geſchwindigkeit c zugehört, und weil af = fb, ſo ſind die Geſchwindigkeiten in a und b gleich, oder der geworfene Körper erreicht den horizontalen Boden wieder mit der nähmlichen Geſchwindigkeit, mit welcher er anfänglich ausging.

Die Tangente des Winkels qhp, welchen die Richtung der Bahn bey h mit der Horizontallinie hp macht, iſt $= \frac{pq}{ph}$, oder gleich der Subtangente der Parabel pq durch die halbe Ordinate ph dividirt. Nun iſt aus der Natur der Parabel die Subtangente pq der doppelten Abſciſſe dp gleich, mithin

$$\mathrm{tang.}\; qhp^2 = \frac{4dp^2}{ph^2} = \frac{4g \,.\, dp^2}{c^2 \,.\, \mathrm{cos.}\, \alpha^2 \,.\, dp} = \frac{4g \,.\, dp}{c^2 \,.\, \mathrm{cos.}\, \alpha^2}.$$

Das Quadrat dieſer Tangente verhält ſich alſo, wie d p, o[der] die Tangente ſelbſt, wie $\sqrt{dp}$. Daher verſchwindet ſie [an] dieſe Stelle d, wo $dp = o$, und hier fällt die Richtu[ng] der Bahn in die Horizontallinie ſelbſt; dagegen für Stelle[n] wie h, i, welche zu einerley dp gehören, ſind die Wink[el] der Bahn mit dem Horizonte gleich groß, und weil auch [a] und b ſolche Stellen ſind, ſo trifft der Körper den Boden [in] b wiederum unter eben dem Winkel α, unter welchem er b[ey] a von demſelben ausging.

Wenn bey zwey Würfen die Erhöhungswinkel gleich, die anfänglichen Geſchwindigkeiten aber verſchieden ſind, ſo verhalten ſich die Weiten, die größten Höhen und die Parameter der Würfe, wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten, oder wie die ihnen zugehörigen Höhen; die Zeiten aber, während welchen die Bahn zurückgelegt wird, wie die Geſchwindigkeiten ſelbſt.

Wenn hingegen bey zwey Würfen die anfänglichen Geſchwindigkeiten gleich ſind, die Winkel aber verſchieden, ſo verhalten ſich die Weiten der Würfe, wie die Sinus der doppelten Winkel: ihre größten Höhen, wie die Quadrate der Sinus, und ihre Parameter, wie die Quadrate der Coſinus beyder Winkel; die Zeiten, in welchen die Bahn zurückgelegt wird, wie die Sinus; die Geſchwindigkeiten im Scheitel, wie die Coſinus derſelben.

Beträgt der Winkel $\alpha = 45°$, ſo wird die Weite des Wurfs $ab = \frac{c^2}{2g}$, die größte Höhe $dc = \frac{c^2}{8g}$; der Parameter $= \frac{c^2}{2g}$, mithin der Weite ab gleich; der Brennpunkt f fällt alsdann in die Linie ab ſelbſt, oder in c, und die Zeit, in welcher adb durchlaufen wird, iſt $= \sqrt{\tfrac{1}{2}}\frac{c}{g}$.

Wenn bey einem von zwey Würfen der Winkel α eben ſo viel über 45°, als beym andern unter dieſer Größe iſt, ſo ergänzen beyde Winkel einander zu 90°, und ihre Doppelten

einander

einander zu 180°. Daher haben die Doppelten einerley Sinus; und der Sinus des einen iſt dem Coſinus des andern gleich. Sind demnach die anfänglichen Geſchwindigkeiten bey beyden Würfen dieſelben, ſo ſind die Weiten der Würfe gleich, und die größte Höhe des einen iſt ein Viertel vom Parameter des andern, z. B. für den Wurf für $\alpha = 30°$, iſt, $dc = \frac{c^2}{16g}$; der Parameter $= \frac{3c^2}{4g}$; für den von 60° $= \alpha$, $dc = \frac{3c^2}{16g}$, der Parameter $= \frac{c^2}{4g}$ u. ſ. w.

Dieſe Sätze nebſt noch andern mit den darauf ſich gründenden Aufgaben machen die paraboliſche Theorie der Balliſtik aus, von welcher die nöthigſten hiſtoriſchen Nachrichten unter dem Artikel: Balliſtik, vorkommen. Bey dieſer Theorie iſt aber der Widerſtand der Luft noch nicht in Betrachtung gezogen worden, welcher die Reſultate, beſonders bey ſehr ſchnellen Bewegungen, weit mehr abändert, als man ſonſt glaubte, ſo daß ſie beym praktiſchen Gebrauche der Artillerie gar nicht mehr zureichend iſt.

Z.

Zähigkeit (ductilitas, ductilité) heißt die Eigenſchaft ſolcher Körper, deren Theile ſich durch eine äußere Gewalt merklich verſchieben laſſen, ohne ihren Zuſammenhang ganz dadurch zu verlieren. Gewöhnlich nimmt man den Ausdruck **Zähigkeit** mit **Dehnbarkeit**, **Streckbarkeit** einerley, obgleich letztere Worte mehr bey feſten, und Zähigkeit vorzüglich bey ſolchen Körpern gebraucht werden, welche weich ſind, und ſich mehr der Natur der flüſſigen nähern. So nennt man Harze, dickflüſſige Oehle, geſchmolzenes Wachs, Syruppe, Butter u. dgl. zähe Materien. Uebrigens ſind die Grade der Zähigkeit der Körper unendlich verſchieden, ſo daß zähe Körper ſich mehr den flüſſigen, andere hingegen mehr den feſten nähern. Ueberhaupt gibt es wohl keine Materie, welche nicht in einem gewiſſen Sinne zähe wäre, d. h., daß

ſich ihre Theile in einem gewiſſen Grade an einander verſchieben laſſen ohne zu zerreißen. Im gemeinen Leben nennt man aber beſonders diejenigen Materien zähe, deren Theile ſich beträchtlich an einander verſchieben laſſen, ohne daß ſie von einander getrennt werden, wie z. B. Butter, geſchmolzenes Siegellack, Wachs u. dgl.

Zahl, güldene, ſ. Cykel, Kalender.

Zauberbrunnen, intermittirender Brunnen (fons intermittens *Kircheri*, fontaine intermittente, fontaine de commandement) iſt ein kleiner Springbrunnen, welcher abwechſelnd Waſſer gibt, und darauf wieder eine Zeit lang ausſetzt. Gewöhnlich iſt die Einrichtung folgende: In das luftdichte Gefäß (fig. 52.) ecld, an welchem bey l einige Ausgußröhren mit engen Oeffnungen ſich befinden, iſt die Röhre ba ſo eingelöthet, daß ſie mit der Oeffnung a beynahe bis an den Knopf e des Gefäßes reicht. Die Röhre ba darf im Lichten nicht über 3 Linien Weite betragen, und endigt ſich unten in die auf das Baſſin fihg aufgelöthete Dülle k. Dieſe Dülle ſo wohl, als auch die Röhre eb beſitzen unten einen Ausſchnitt durch welchen, ſo lange er offen bleibt, die äußere Luft eintreten, und durch ab in das obere Gefäß gelangen kann. Mitten im Baſſin und im Innern der Dülle k befindet ſich ein kleines Loch, von etwa 2 Linien im Durchmeſſer, deſſen Fläche alle Zeit weniger, als die Summe aller Oeffnungen der Ausgußröhren bey l, betragen muß. Unter dem Baſſin iſt noch ein Gefäß m, welches am obern Theile ein kleines Loch beſitzt, durch welches die Luft ausweichen kann.

Wenn man nun das Gefäß edlc durch die Oeffnung der Röhre bey b in umgekehrter Lage mit Waſſer anfüllt, und dann es wieder ſo, wie es die Figur andeutet, ſtellt, ſo läuft Waſſer aus den Ausgußröhren bey l heraus, fällt in das Baſſin fgih, und läuft, ſo viel es die Oeffnung k verſtattet, in das Gefäß m ab. Dagegen tritt durch den offenen Einſchnitt bey b die äußere Luft ein, ſteigt durch ba auf, und ſetzt ſich am obern Theile des Gefäßes edlc in

den

den Raum, welchen das Waſſer verlaſſen hat. Weil aber das Loch k kleiner iſt, als die Summe der Oeffnungen der Ausgußröhren bey l, ſo kann durch k nicht ſo viel Waſſer ablaufen, als ins Baſſin ausgegoſſen wird. Wenn alſo das Waſſer eine Zeit lang ausgeſtrömt iſt, ſo ſammelt es ſich in i h g f an, und verſetzt endlich den Ausſchnitt bey b ſo, daß keine äußere Luft durch ſelbigen mehr eintreten kann. So bald alſo dieſer Zugang der Luft verſchloſſen iſt, hören die Ausgußröhren bald auf, Waſſer zu geben. Etwas läuft zwar noch heraus, weil aber dadurch ein Raum entſteht, welchen keine neue eintretende Luft erſetzen kann, ſo wird die Luft im Raume bey a verdünnt, drückt daher nicht mehr ſo ſtark die Oberfläche des Waſſers im Gefäße e d l c, als die Atmoſphäre bey l auf die Oeffnungen der Ausgußröhren entgegendrückt. Kömmt es hiermit ſo weit, daß die Elaſticität bey a verbunden mit dem Drucke der Waſſerſäule über l gerade dem Drucke der Atmoſphäre gleich wird, ſo hört nun das Auslaufen des Waſſers durch die Röhren bey l auf. Da aber das Ablaufen des Waſſers aus dem Baſſin in das Gefäß beſtändig fortdauert, und jetzt kein neues Waſſer hinzukommt, ſo öffnet ſich endlich der Zugang bey b aufs neue, und das Waſſer fängt wieder an auszulaufen, bis die Oeffnung k durchs angeſammelte Waſſer im Baſſin wieder verſchloſſen iſt, u. ſ. w.

Da man hierdurch ſehr leicht bemerken kann, wenn das Waſſer zu fließen aufhört und dann wieder anfängt, ſo ſteht es gleichſam dem Experimentator in ſeiner Gewalt, zu befehlen, wenn das Waſſer laufen und aufhören ſoll. Daher hat dieſe Vorrichtung den Nahmen **Zauberbrunnen** erhalten.

Wolf beſchreibt eine Einrichtung, bey welcher das Gefäß e d l c eine etwas breite Grundfläche erhält, die ſtatt der Gußröhren mit kleinen Löchern verſehen iſt. Durch dieſe Röhren fällt das Waſſer wie ein Regen herab, ſo lange bey f äußere Luft eindringen kann. Nach eben dieſen Grundſätzen hat **Wolf** eine Lampe angegeben, welche aus einem

Gefäße dem Dachte nur ſo lange Oehl zufließen läßt, bis dieſes eine gewiſſe Höhe erreicht, alsdann aber durch Verſetzung eines Lochs den äußern Zugang der Luft zum Oehle im Gefäße verſchließt, und ſo das fernere Abfließen hindert, bis das Oehl durch Verbrennung wieder niedriger zu ſtehen kommt, und das Loch wieder frey wird.

Auf dieſen nähmlichen Gründen beruhet die Einrichtung der Tintenfäſſer, welche aus einem eingeſchloſſenen Behältniſſe gerade nur ſo viel Tinte hergeben, als zum Eintauchen der Feder hinreichend iſt; ſo wie auch die Structur der Taſchenſchreibfedern, die nicht mehr Tinte als nöthig iſt, in den Schnabel herablaſſen u. dgl.

Wolf beſchreibt noch eine andere Art von intermittirenden Brunnen, wo der Zufluß in ein Baſſin ſchwächer, als der Abfluß iſt, und letzterer durch einen Heber bewirkt wird. Wenn der Zufluß den Heber ganz gefüllt hat, ſo fängt dieſer zu laufen an, und leert das ganze Baſſin aus. Hierauf tritt Luft in den Heber, und der Abfluß hört ſo lange auf, bis der Heber durch den Zufluß wieder gefüllt iſt. Auf dieſe Weiſe ſucht man die in der Natur vorkommenden unterbrochenen Quellen zu erklären. M. ſ. **Quellen.**

M. ſ. *Wolfii* elementa matheſeos vniuerſae. Elementa hydraul. probl. 36. 37. §. 150. 152.

Zaubergemählde, Franklin's, (tabula magica ſ. pictura magica Franklini, tableau magique). Unter dieſem Nahmen beſchreibt **Franklin** *) eine belegte Glastafel, welche mit Elektricität geladen demjenigen, der ſie berührt, einen heftigen Schlag gibt, mit gehöriger Vorſicht aber ohne Schlag ſich berühren läßt, und ſo ein elektriſches Spielwerk abgibt.

Der Erfinder hiervon iſt nach Franklin's eigenem Berichte **Kinnersly.** Herr **Franklin** hat dieſen Verſuch etwas undeutlich beſchrieben, daher hat ihn Herr **Gehler** in der

*) New experim. and obſerv. on electricity. Lond. 1751. 4. überſ. von Wilke unter d. Titel: Briefe von der Elektricität. Leipz. 1758. 8. S. 37.

der Ueberſetzung von Cavallo's Lehre der Elektricität nach Wilke'ns Vorſchlägen etwas deutlicher darzuſtellen geſucht.

Man nimmt nähmlich einen Kupferſtich, ſchneidet das Bruſtbild heraus, vergoldet deſſen hintere Seite, und klebt es mit dünnem Gummiwaſſer auf eine Glastafel ſo, daß die Vergoldung ans Glas kömmt, und eine Belegung desſelben abgibt. Auf die andere Seite der Glastafel klebt man den übrigen Theil des Kupferſtichs ſo auf, daß deſſen rechte oder vordere Seite ans Glas kömmt, damit, von vorn geſehen, das ganze Bild in ſeiner gehörigen Lage erſcheine, obgleich das Bruſtbild vor dem Glaſe, und der übrige Theil des Kupferſtichs hinter demſelben iſt. Die hintere Seite der Glastafel und des darauf geklebten Papiers überzieht man nun mit Goldblättchen, läßt aber den obern Theil frey. Zuletzt faßt man das ganze Bild am obern nicht vergoldeten Theile an, und ſetzt eine kleine bewegliche, auf beyden Seiten vergoldete Krone auf das Haupt des Königs.

Wird nun dieſe auf beyden Seiten belegte Glastafel mäßig geladen, und einer Perſon ſo in die Hand gegeben, daß ſie die hintere Vergoldung berührt, ſo wird dieſe Perſon, wenn ſie es wagt, die Krone abzunehmen oder nur anzutaſten, einen ſtarken Schlag bekommen. Der Experimentator hingegen, der das Bild jeder Zeit am obern nicht vergoldeten Theile anfaßt, wird die Krone, ohne einen Schlag zu erhalten, anfaſſen können.

Dieſer Verſuch erhält von Franklin den Nahmen der Verſchwörung, wenn der Schlag durch mehrere Perſonen geleitet wird, die einander bey den Händen faſſen, und von welchen die beyden äußerſten die eine die Glastafel die andere die Krone berühren.

Man muß ſich hierbey hüthen, die Tafel anders, als ſehr ſchwach zu laden. Eine ſolche Tafel äußert, ſtark geladen, allzu heftige Wirkungen. Man kann damit ein Loch durch ein ganzes Papier ſchlagen, wenn dasſelbe in Verbindung zwiſchen beyde Seiten gebracht wird.

M. ſ. Tiber. Cavallo vollſt. Abhandl. der Lehre von der Elektricität; a. d. Engl. B. I. Leipz. 1797. S. 236.

Zauberkunſt, natürliche ſ. **Magie, natürliche.**

Zauberlaterne (laterna magica, lucerna thaumaturga, megalographica, laterne magique) ein optiſches Werkzeug, das kleine auf Glas gemahlte Figuren im Dunkeln vergrößert an einer Wand oder an einem Schirme darzuſtellen dient.

Die ganze Einrichtung dieſes Werkzeuges gründet ſich auf die Eigenſchaft der Linſengläſer, Bilder von Objekten, welche um etwas mehr, als ihre Brennweite, entfernt ſind, deutlich darzuſtellen. M. ſ. **Linſengläſer.** Statt eines einzigen Linſenglaſes hat man es vortheilhafter gefunden, deren zwey zu nehmen, welche in eine verſchloſſene Laterne geſetzt werden. Das erſte Linſenglas ſchickt die Strahlen ſo auf das zweyte, als ob ſie von einer entlegenern Sache herkämen, als es das Gemählde in der That iſt, woraus der Vortheil entſpringt, daß man das Gemählde näher, als ſonſt, an das erſte Glas rücken, und folglich die Länge des Werkzeuges abkürzen kann. Auch wird gewöhnlich wegen der ſtarken Erleuchtung des Bildes auf die Rückwand der Laterne ein Hohlſpiegel angebracht, in deſſen Brennpunkte eine brennende Lampe ſich befindet. Um mit den Bildern abwechſeln zu können, werden mehrere derſelben neben einander in hölzerne Schieber gefaßt, welche man in einem quer durch die Seitenwände der Laterne durchgehenden Falz einſchieben, und eins nach dem andern gerade vor dem Spiegel und die Flamme bringen kann. An der Vorderſeite der Laterne befindet ſich eine Röhre mit dem einen convexen Linſenglaſe, und eine zweyte Röhre mit dem andern Linſenglaſe läßt ſich in der erſtern verſchieben, um das Bild auf der Wand in jeder beliebigen Entfernung entwerfen zu können.

Ein jeder Punkt des erleuchteten Gemähldes wirft Licht auf das erſte Glas, das durch dieß und das zweyte hindurch geht, und ſich in einer beſtimmten Entfernung hinter dem zweyten Glaſe wieder in einen Punkt vereiniget. Befindet

ſich nun an der Stelle der Vereinigung eine Wand, oder ſonſt etwas, was die Strahlen auffängt, ſo wird ein deutliches, aber verkehrtes Bild des Gemähldes daſelbſt entworfen; eben dieſerwegen werden die Gemählde verkehrt eingeſchoben, damit man auf der Wand aufrechte Bilder erhalte.

Dieſes optiſche Werkzeug iſt eine Erfindung vom **Kircher.** In der erſten Ausgabe ſeines optiſchen Werkes α) gibt er hiervon noch keine Abbildung, ſondern ſagt bloß, daß man auf einen Hohlſpiegel ein Gemählde bringen, und deſſen Abbildung, vermittelſt eines davor geſtellten Lichtes und Glaſes, auf eine Wand in einem dunkeln Zimmer werfen könne, wovon er ſich viel zur Bekehrung der Gottloſen verſpricht, wenn man ihnen zur rechten Zeit den Teufel vorſtellte. In der zweyten Ausgabe aber vom Jahre 1671. Fol. p. 768 und p. 769. findet man die Beſchreibung der eigentlichen Zauberlaterne mit den dazu gehörigen Zeichnungen, aus welchen man zugleich erſiehet, daß er ſchon die noch jetzt gewöhnlichen Schieber mit Glasgemählden gebraucht hat.

Ozanam β) führt an, ſchon **Roger Baco** habe die Zauberlaterne gekannt, und eine Beſchreibung derſelben komme beym **Shwenter** γ) vor. Allein beydes iſt irrig; **Shwenter** redet nur von einem Hohlſpiegel, welcher das Licht ungeſchwächt in große Entfernungen bringe, und eine Schrift daſelbſt lesbar mache.

Vom Gebrauche dieſer Laterne zu allerhand Kunſtſtücken redet ſchon der **P. Zahn** δ) ſehr umſtändlich, und gibt hierzu eine Menge von Abbildungen. Auch **Hertel** ε), **Doppelmayr** ζ) und vorzüglich **s'Graveſande** η) handeln davon, und letzterer bemerkt beſonders, daß dieſes optiſche Werkzeug von den Optikern noch nicht zur gehörigen Vollkommenheit gebracht ſey.

Nach

α) Ars magna lucis et vmbrae. Rom. 1646. Fol. p. 915.
β) Recréations mathem. Tom. III. p. 247.
γ) Mathemat. Erquickſtunden. Nürnb. 1651. 4. VI. Th. 21ſte Aufg.
δ) Oculus artific. telediop. Norimb. 1702. Fol. p. 726 ſqq.
ε) Vom Glasſchleifen. Th. II. Cap. 6.
ζ) Weitere Eröffnung der Bionſchen mathemat. Werkſchule. S. 47.
η) Phyſ. elem. mathem. Vol. II. p. 873.

Nach der Zeit hat man auch geſucht, bewegliche Bilder darzuſtellen. Zu dieſer Abſicht werden diejenigen Theile, welche bewegt werden ſollen, auf beſondere Glasſcheiben gemahlt, und wie es nöthig iſt, bewegt. Nach Herrn Käſtner's Nachricht hat hierzu der Prof. Ehrenberger zu Coburg Anleitung gegeben. Den Apparat beſchreiben auch Nollet und Briſſon.

Sonſt laſſen ſich noch mit der Zauberlaterne eine Menge beluſtigender Verſuche machen, welche täuſchend ſind und den gemeinen Mann, der hiervon keine Kenntniſſe beſitzt, auf die Gedanken von Zaubereyen bringen.

Vorzüglich merkwürdig iſt aber die Zauberlaterne in der Phyſik dieſerwegen, weil ſie Veranlaſſung zur Erfindung des Sonnenmikroſkops gab; auch ſind beyde wirklich nicht weſentlich von einander verſchieden, indem beym Sonnenmikroſkope bloß Sonnenlicht, ſtatt des Lampenlichts, gebraucht wird. Schon Wolf [α]) äußerte den Gedanken, daß man die Zauberlaterne als ein Vergrößerungswerkzeug gebrauchen könne. Denn, ſagt er, die Materien, welche man im Kleinen betrachtet, ſind gemeiniglich durchſichtig. So gut nun das Licht bey den gewöhnlichen Vergrößerungsgläſern durch ſie durchfallen kann, daß ſie dadurch gar wohl zu erkennen ſind, ſo gut kann es auch in der Zauberlaterne durchfallen. Was aber daſelbſt das Licht durchfallen läßt, das wird an der Wand groß abgemahlt. Man könnte demnach aus dieſem Grunde eine neue Art eines Vergrößerungsglaſes verfertigen, das in einigen Fällen nicht geringe Dienſte leiſten würde. Das vom ältern Adams erfundene Lampenmikroſkop, welches auch zu undurchſichtigen Gegenſtänden gebraucht werden kann, iſt, da es durch Spiegel und Lampe erleuchtet wird, ganz eigentlich zu den Zauberlaternen zu rechnen.

Euler [β]) hat bereits eine Art angegeben, undurchſichtige Gegenſtände, welche von der Vorderſeite erleuchtet werden

[α]) Nützliche Verſuche, Th. III. Cap. 8. §. 114.

[β]) Emendatio laternae magicae et microſcopii ſolaris, in nov. comment. Petropol. Tom. III. p. 363.

den müſſen, durch die Zauberlaterne abzubilden. Er ſtelle einen Hohlſpiegel, welcher in der Mitte ein Loch beſitzt, wie bey den Spiegelteleſkopen, vor den Gegenſtand, und mehrere Lichter zwiſchen beyde ſo, daß der Spiegel die Erleuchtung auf den Gegenſtand wirft, deſſen Punkte die Strahlen durch das Loch des Spiegels auf die Gläſer ſenden. Es müſſen aber die Lichter nahe an der Fläche des Spiegels, und nicht vor dem Loche ſtehen, damit von ihnen keine gerade Strahlen durch das Loch auf die Gläſer fallen, weil ſonſt die Lichtflammen umgekehrt mit abgebildet würden. Nach **Euler's** Vorſchlage erfordern größere Gegenſtände auch größere, nach andern Verhältniſſen erbauete, Werkzeuge, daher er vier Sorten derſelben für Objekte von 6 Fuß, 1 Fuß, 2 Zoll und 2 Linien zu verfertigen anräth.

M. ſ. **Fiſcher's** Geſchichte der Phyſik. Th. II. Götting. 1802. 8. Abſchn. II. Kap. I. Th. III. Abſchn. II. Kap. I.

Zauberperſpektiv, magiſches Perſpektiv (tubus magicus, teleſcopium magicum, lunette magique) eine optiſche Einrichtung, durch welche man Gegenſtände ſo betrachten kann, als ob man ſie durch undurchſichtige Körper ſehe.

In einem hohlen Käſtchen (fig. 53.) bdgi befinden ſich inwendig vier Planſpiegel bc, de, fg, hi, ſo daß ihre Flächen gegen den Horizonte unter Winkeln von 45° ſich neigen, welche folglich unter ſich parallel ſind, und gegen einander die Spiegelflächen zukehren. Bey a und k ſind kleine offene Röhren angeſetzt, in deren eine das Auge o hineinſehen, und in die andere das Licht von einem in der Achſe derſelben liegenden Gegenſtande n einfallen kann. Aehnliche Röhren, aber bloß der Täuſchung wegen, befinden ſich bey l und m, damit es ſcheinen ſoll, als ſähe man bey a den Gegenſtand n durch die beyden in gerader Linie liegenden Röhren al und mk. Auch kann man noch die Oeffnung l und m durch ein Zwiſchenrohr lm in Verbindung bringen, welches ſich aber wegnehmen läßt. Auf ſolche Art ſcheint es, als ob das Auge o den Gegenſtand n durch das einzige offene

offene Rohr a i betrachtete. Das Auge wird zwar den Gegenſtand in der Achſe a k in ſeiner natürlichen Größe und Geſtalt erblicken, aber nicht gerade, ſondern vermittelſt des in den Spiegeln reflektirten Lichtes. Der einfallende Strahl n k fällt nähmlich auf den Spiegel h i, wird vermöge der Lage des Spiegels ſenkrecht herab auf den Spiegel f g, von dieſem horizontal auf den dritten Spiegel d e und von hier ſenkrecht herauf auf den vierten a b, und endlich von dieſem in horizontaler Richtung ins Auge reflektirt. Der Beobachter ſieht alſo den Gegenſtand n durch die Spiegel, welche ihm verborgen ſind, indem er durch die Röhre a k gerade durch zu ſehen glaubt. Nimmt man alſo das Stück l m hinweg, und bringt an deſſen Stelle einen undurchſichtigen Körper, z. B. ein Bret, ſo ſieht er noch immer den Gegenſtand n, und es kommt ihm vor, als wenn er durch den undurchſichtigen Körper hindurchſehe.

Dieſes optiſche Spielwerk iſt eigentlich aus zwey Polemoſkopen zuſammengeſetzt. M. ſ. Polemoſkop.

Vorſchläge, mehrere Spiegel ſo zu ſtellen, daß man darin ſehen kann, was an Orten vorgeht, von welchen man durch eine Mauer u. dgl. abgeſondert iſt, finden ſich ſchon beym Roger Baco, Porta u. a.

Zaubertrichter, Taſchenſpielertrichter (infundibulum magicum, entonnoir magique) iſt ein in Geſtalt eines Trichters verborgener Stechheber. Herr Lowitz erwähnt deſſelben in der Verſammlung der Verſuche, wodurch ſich die Eigenſchaften der Luft begreiflich machen hinten im Anhange n. 10., ohne davon eine Beſchreibung zu geben. Seine Einrichtung und der Gebrauch iſt folgender: äußerlich ſieht der Trichter (fig. 54.) a b f c d, wie jeder andere aus, aber das oberſte koniſche Stück a b c d iſt gedoppelt. Inwendig befindet ſich noch der abgekürzte Kegel a e d, welcher mit dem andern a b c d an der Peripherie der gemeinſchaftlichen Grundfläche a d luftdicht zuſammengeſetzt iſt, und gegen die andere Grundfläche e zu ſich enger als der andere zuſammenzieht. Das Loch e iſt offen, und b f c iſt die gewöhnliche

koniſche

oniſche Röhre unten am Trichter. Bey d befindet ſich der gewöhnliche Ring, um den Trichter daran zu halten, und an eben der Stelle unter dem Ringe bey g ein kleines Loch im Umfange des äußern Kegels a b c d.

Dieſen Trichter füllt man anfangs mit Wein, indem man die untere Oeffnung f mit dem Finger verſchloſſen hält; alsdann ſteigt nach den Geſetzen des Gleichgewichts der Wein auch in den Raum a b e g c zwiſchen den beyden abgekürzten Kegeln, die Luft aber tritt durch das kleine Loch g hinaus, welches um deßwillen ſo lange offen bleiben muß. Nunmehr aber faßt man den Trichter ſo an, daß man zugleich das Loch g mit dem Daumen verſchließt, und läßt den Wein unten zum Loch f herauslaufen: ſo bleibt doch der Raum a b e g c mit Wein gefüllt. Ferner läßt man von einer andern Perſon aufs neue etwas Waſſer, nicht völlig ſo viel als den Raum a b g e c füllen würde, in den Trichter gießen, indem man die Oeffnung f wieder verſchloſſen hält. Wenn darauf beyde Löcher f und g zugleich geöffnet werden; ſo läuft mit dem Waſſer zugleich der Wein zum Loch f heraus, und es hat das Anſehen, als wäre das Waſſer in Wein verwandelt worden. Damit die Farbe des Weins, wenn er mit Waſſer vermiſcht zum Loche f herausläuft, nicht zu blaß ausfalle; kann man rothen Wein wählen.

Zeichen des Thierkreiſes, Zeichen der Ecliptik, himmliſche Zeichen (ſigna caeleſtia, dodecatemoria, ſignes du zodaique). Hiermit bezeichnet man in der Aſtronomie die zwölf Theile, in welche man die Ecliptik und den Thierkreis ſchon im höchſten Alterthume eingetheilt hat. Unter dem Artikel, **Ecliptik**, ſind ihre Nahmen und Bezeichnung angegeben worden. Es ſind dieß die Nahmen der Sternbilder, welche ehedem dieſe zwölf Stellen des Himmels einnahmen, jetzt aber von denſelben hinweg und in die nächſt folgenden Zeichen gerückt ſind, ſo daß die Sterne des Widders im Zeichen des Stiers, die des Stiers im Zeichen der Zwillinge, die der Zwillinge im Zeichen des Krebſes u. ſ. w. ſtehen. Man hat alſo die Sternbilder oder gebildeten Zei-

 chen

chen von den eigentlichen oder ungebildeten Zeichen zu unterſcheiden.

Dieſe Zeichen werden nach derjenigen Richtung gezählt, nach welcher in unſerm Sonnenſyſtem alle Umläufe und Umdrehungen der Planeten und Nebenplaneten geſchehen. M. ſ. **Folge der Zeichen.**

Von den zwölf himmliſchen Zeichen liegen die ſechs erſten ♈, ♉, ♊, ♋, ♌, ♍, in der nördlichen Hälfte des Himmels, und heißen daher **nördliche** oder **mitternächtliche** (ſigna borealia, ſeptentrionalia, ſignes ſeptentrionaux), die übrigen ſechs: ♎, ♏, ♐, ♑, ♒, ♓, in der ſüdlichen Hälfte heißen **ſüdliche**, **mittägige** (ſigna auſtralia, meridionalia, ſignes méridionaux).

Auch theilt man die Zeichen in **aufſteigende** (aſcendentia) und in **abſteigende** (deſcendentia). In dem Laufe durch die aufſteigenden ♑, ♒, ♓, ♈, ♉, ♊ nähert ſich die Sonne immer mehr dem bey uns ſichtbaren Pole und dem Scheitel unſerer Länder; da ſie im Gegentheil in den abſteigenden: ♋, ♌, ♍, ♎, ♏, ♐, ſich wieder von demſelben entfernt. Für die Oerter in der ſüdlichen Halbkugel ſind diejenigen Zeichen aufſteigend, die für uns abſteigend ſind, und umgekehrt.

Zeit (tempus, temps). Mit dieſem Ausdrucke bezeichnet man einen Begriff, der mit einer Reihe ununterbrochener auf einander folgenden Veränderungen verbunden iſt, in welcher es gewiſſe Stellen gibt, welche einander näher oder entfernter ſind, mithin Begriffe von Mehrerem und Minderem Statt finden. Eine jede einzelne Stelle dieſer Reihe wird ein **Zeitpunkt**, ein **Moment**, ein **Augenblick** (momentum temporis) genannt; was in einerley Zeitpunkt fällt, heißt **gleichzeitig**, oder **coexiſtirend** (ſimultaneum); was auf verſchiedene Zeitpunkte fällt, **ſuccedirend** (ſucceſſiuum); der Abſtand oder Zwiſchenraum zwiſchen zwey Zeitpunkten, ein **Zeitraum** (ſpatium temporis); und die ganze Vorſtellung dieſer Reihe oder Folge, **die Zeit**.

Es iſt alſo die Zeit wirklich nichts außer uns Exiſtirendes, ſondern bloß eine gewiſſe Vorſtellung, nach welcher wir unſere Gedan-

Gedanken von auf einander folgenden Dingen ordnen, die wir nach gewiſſen Verhältniſſen beſtimmen und abmeſſen können. So erkennen wir, daß ein Tag kürzer als eine Woche iſt, und daß ſich jener zu dieſer wie 1:7 verhalte.

Bey einer ſolchen Vergleichung der Zeit legen wir den Begriff vom gleichförmigen Fortgange zum Grunde, d. h., von Veränderungen, welche unaufhörlich auf gleiche Art erfolgen, wie jede gleichförmige Bewegung u. ſ. f. Solche Veränderungen wachſen alſo in dem nähmlichen Verhältniſſe, wie die Zeiträume, in welchen ſie ſich ereignet haben. Wenn z. B. ein Körper mit gleichförmiger Bewegung doppelt ſo vielen Raum durchlaufen hat, ſo ſchließen wir, er habe auch doppelt ſo viele Zeit gebraucht u. ſ. w.

Ein ſehr gleichförmiges Zeitmaß gewährt uns die Natur ſelbſt durch die tägliche Umdrehung unſerer Erde, oder, welches einerley iſt, durch die tägliche ſcheinbare Umdrehung der Firſterne. M. ſ. **Sternzeit.** Durch die Dauer oder den Zeitraum einer ſolchen Umdrehung wird der Sterntag mit ſeinen Theilen, Stunden, Minuten, Sekunden u. ſ. f. beſtimmt. Auf ſolche Art laſſen ſich alle Zeiträume mit ihren Theilen als Einheiten betrachten, und ſo ſehr leicht unter einander ſelbſt vergleichen.

Hiernach hat der menſchliche Fleiß Werkzeuge erfunden, durch welche alle dieſe gleichen Zeiträume angezeigt werden, und welche **Uhren** heißen. Eine gewiſſe beſtimmte Größe im Fortgange des Zeigers der Uhr heißt eine **Stunde** der Uhr, ihr 60ſter Theil eine **Minute**, deren 60ſter Theil eine **Sekunde** u. ſ. f. Auf ſolche Art werden für jede gleichförmig gehende Uhr Theile der **Uhrzeit** beſtimmt, in welchen ſich ebenfalls Zeiträume ausdrücken, und mit einander vergleichen laſſen.

Im gemeinen Leben hat man doch die Zeit unſerer täglichen Geſchäfte nach der Bewegung der Sonne abtheilen wollen. Da aber die Bewegung der Sonne nicht gleichförmig iſt, ſo kann ſie weder mit der Sternzeit, noch mit der Zeit einer gleichförmig gehenden Uhr genau übereinkommen. In-

zwiſchen läßt ſich eine Sonne vorſtellen, welche einen völlig gleichförmigen Gang hat, und hiermit im Ganzen genommen die nähmliche Bewegung vollendete, als die wahre Sonne mit ihrem ungleichförmigen Gange zurücklegt. Auf ſolche Art erhält man eine mittlere Sonnenzeit, und Theile derſelben, welche wiederum dienen können, Zeiträume zu beſtimmen und mit einander zu vergleichen. M. ſ. **Sonnenzeit.**

Die Aſtronomen verlangen die Zeitmomente, in welchen ſich eine Himmelsbegebenheit ereignet, in **wahrer Sonnenzeit**, d. h., es muß das Jahr, der Monath, der Tag der Begebenheit angezeigt, und hinzugeſetzt werden, wie viel von dem wahren Mittage dieſes Tages an bis zum Augenblicke der Begebenheit, Stunden, Minuten, Sekunden u. ſ. wahrer Sonnenzeit verfloſſen ſind. Um den ganzen Zeitraum von einer gewiſſen Epoche bis zur Begebenheit zu beſtimmen, darf man alsdann nur die **vollendeten** Jahre und Tage, nicht die **laufenden** Jahre und Tage in Rechnung bringen. Wenn z. B. eine Himmelsbegebenheit im Jahre 1803. den 14. Juni in den Nachmittagsſtunden ſich ereignete, das fiel 1802 Jahre 164 Tage (31 + 28 + 31 + 30 + 31 + 13) nach dem Anfange der chriſtlichen Zeitrechnung, wozu nun noch die Stunden, Minuten, Sekunden u. ſ. hinzuzuſetzen ſind, welche vom wahren Mittage des 14. Juni bis zum Augenblicke der Himmelsbegebenheit verfloſſen. Hier wären alſo das Jahr 1803 und der 14 Juni laufende Jahre und Tage.

Die Stunden, Minuten und Sekunden, welche ſeit dem letzten Mittage verfloſſen ſind, findet man durch die Angabe der Uhr im Augenblicke der Beobachtung. Hierzu wird nun freylich eine Uhr verlangt, die einen vollkommen gleichförmigen Gang hat, ſonſt kömmt aber nichts darauf an, ob ſie Sternzeit oder mittlere Sonnenzeit zeigt. Es läßt ſich nähmlich die Angabe der Uhr oder die Uhrzeit auf wahre Sonnenzeit bringen, wenn man nur weiß, was die Uhr den Mittag vor der Beobachtung, und den Mittag nach derſelben gewieſen hat, und zugleich verſichert iſt, daß ſie die ganze Zwiſchenzeit hindurch einen völlig gleichförmigen Gang gehabt

habt hat. Es weiſe z. B. eine Uhr an einem Mittage

6 Stund. 14 Min. 6 Sekund.

am folgenden 6 — 17 — 50 —

3 — 44 —

Hier ſind der Uhr ihre 24 Stunden, der Uhrtag um 3 Min. 44 Sekund. kürzer, als der wahre Sonntag, und man ſetzte alſo 24 Stunden 3 Minuten 44 Sekund. Uhrzeit = 24 Stunden Sonnenzeit, woraus ſich jene Zeit in dieſe ausdrücken ließ. Geſetzt nun, eine Begebenheit wäre in der Nacht zwiſchen dieſen beyden Mittagen vorgefallen, da die Uhr 3 Stund. 40 Min. 45 Sek. gewieſen hätte; ſo wäre erſt auszumachen, wie lange dieß nach dem erſten Mittage in Uhrzeit geweſen iſt. Dieß fände man ſo: ehe die Uhr ſo viel Zeit wieſe, müßte ſie 12 weiſen. Die Zeit, die ſie den erſten Mittag wies, von 12 Stunden abgezogen, läßt, wie viel von dieſem Mittage verfloß, bis ſie 12 wies, das iſt

5 Stund. 45 Min. 54 Sekund.

addiret 3 — 40 — 45 —

gibt 9 — 26 — 39 —

für die Zeit vom Mittage bis zu dieſer Begebenheit in Theilen des Uhrtages, welche man alſo nun in wahre Sonnenzeit vermöge der vorhergehenden Verwandlung ausdrückt.

Setzt man den Unterſchied von 3 Min. 44 Sek. des Uhrtages und Sonnentages $= \alpha$, ſo würde

$(86400 + \alpha)$ Uhrzeit $= 86400$ Sonnenzeit.

Nun kann man ſchließen: wenn $(86400 + \alpha)$ Uhrzeit mit 86400 Sonnenzeit übereinſtimmen, ſo ſtimmen 9 Stunden 26 Min. 39 Sek. = 33999 Sek. oder der in Uhrzeit ausgedruckte Zeitraum überein mit

$$\frac{86400}{86400 + \alpha} \cdot 33999 \text{ Sek. in wahrer Sonnenzeit.}$$

In Beyſpielen, wo $\alpha = 224$ Sek. findet ſich

$$\frac{86400 \,.\, 33999}{86624} = 33910{,}9 \text{ Sek. wahre Sonnenzeit.}$$

Umſtändlicher hiervon handelt Herr Käſtner *).

Die Zeit, welche die Uhr zu Mittage weiſet, findet man entweder aus übereinſtimmenden Sonnenhöhen, oder aus dem Durchgange der Sonne durch die Mittagsfläche, in welcher man einen Faden ausſpannt, und die Zeit des Antritts des vordern und hintern Sonnenrandes an dieſem Faden bemerkt. Der halbe Unterſchied beyder Zeitpunkte vom erſten addirt, oder vom letzten abgezogen, gibt die Zeit des Durchganges des Mittelpunktes, d. i., des Mittags. Hat es vielleicht die Witterung nicht verſtattet, die Zeit an einem der nächſten Mittage vor und nach der Beobachtung bemerken zu können, ſo iſt es hinreichend, wenn man ſie nur an irgend einem der vorhergehenden und in einem der nachfolgenden bemerkt, und die Uhr indeſſen einen beſtändig gleichförmigen Gang behalten hat. Man kann die Rechnung ſo abändern, daß ſie auch dieſem Falle genug thut. Hieraus wird begreiflich, warum es hinreichend iſt, die Uhr nur ungefähr nach einer gewiſſen Zeit zu ſtellen, da das Weſentliche bloß auf ihren gleichförmigen Gang ankommt, wobey ſie doch die wahre Sonnenzeit, welche man zu wiſſen verlangt, nicht unmittelbar zeigen könnte.

Zeitbogen ſ. Stundenwinkel.

Zenith, Scheitel, Scheitelpunkt (zenith) heißt in der ſphäriſchen Aſtronomie derjenige Punkt am Himmel, welcher gerade über dem Haupte des Beobachters ſteht, und von dieſem als der oberſte oder höchſte Punkt des Himmels angeſehen wird. Dieſer Punkt iſt der Endpunkt der Scheitellinie, welche gehörig verlängert durch den Mittelpunkt der Erde hindurchgeht, und folglich allenthalben auf der Erdfläche ſenkrecht ſteht. Daher iſt der Scheitelpunkt einer von den Polen des Horizonts, und ſteht von jedem Punkte dieſes Kreiſes um 90° ab.

Wenn die Erde eine vollkommene Kugel wäre, ſo würde unſer Zenith einerley mit dem Nadir unſerer Gegenfüßler ſeyn.

M. ſ.

*) Anfangsgründe der Aſtronomie. §. 99. ſ. 266. und aſtronomiſche Abhandl. Samml. I. Abhandl. III. §. 51.

M. ſ. Nadir. Weil aber die Erde eine ſphäroidiſche Geſtalt hat, ſo trifft dieß nur für diejenigen Orte zu, welche unter dem Aequator und unter den Polen liegen.

Ein jeder Ort der Erdfläche beſitzt ſein eigenes Zenith; und wenn zwey Orte in einer Entfernung von einander liegen, ſo faſſen die Zenithe dieſer beyden Orte am Himmel zwiſchen einen Bogen eines größten Kreiſes, welcher das Maß desjenigen Winkels iſt, unter welchen die Scheitellinien oder Richtungen der Schwere beyder Oerter gegen einander geneigt ſind. Liegen dieſe Stellen ſo nahe, daß man die Richtungen der Schwere an beyden als parallel annehmen kann, oder daß der Bogen, welcher ihren Unterſchied mißt, in Vergleichung mit der ganzen Peripherie des größten Kreiſes unendlich wird, ſo iſt auch der Unterſchied ihrer Zenithe unmerklich, und man kann beyden einerley Zenith zuſchreiben. So gibt man ganzen Städten nur ein einziges Zenith, wenn ihr Umfang nur einen unendlich kleinen Theil der ganzen Erdfläche ausmacht. Indeſſen muß man doch bey ſehr großen Städten allerdings auf den Unterſchied der Zenithe verſchiedener Beobachtungsorte Rückſicht nehmen.

Das Zenith einer Stelle auf der Erdfläche wird mit Hülfe des Bleylothes gefunden, nach welchem ein Diopterlineal oder die Achſe eines Fernrohrs parallel geſtellt werden kann, ſo daß das Auge auf ſolche Art gerade die Stelle des Zeniths am Himmel ſieht. Unbewegliche Einrichtungen dieſer Art dienen, Durchgänge der Sterne durch den Scheitel, oder ihre geringen Entfernungen von demſelben zu beobachten.

Die Stelle des Zeniths gehört für einen jeden Ort auf der Erdfläche in die unbewegliche Himmelskugel, und beſtimmt ſeinen Horizont und ſeinen Mittagskreis; daher auch denjenigen Städten, deren Zenith nur für einen einzigen Punkt angenommen wird, nur ein einziger Horizont und Mittagskreis beygelegt werden kann.

Zerbrechlich (fragile, caſſant). Einen feſten Körper nennt man **zerbrechlich**, wenn ſeine Theile durch Stoß oder Druck leicht vom Ganzen getrennt werden können. Man

muß den Ausdruck zerbrechlich von ſpröde unterſcheiden; denn ſpröde Körper heißen diejenigen, deren Theile nicht an einander verſchoben werden können, ohne zu reißen, oder ihren Zuſammenhang zu verlieren. Spröde Körper ſind alſo allemahl zerbrechliche, aber nicht umgekehrt. So läßt ſich z. B. ein dünner Stab der länge nach ausdehnen, ſo daß folglich ſeine Theile ſich an einander verſchieben laſſen, ohne zu zerreißen, obgleich er quer durch ſehr leicht zerbricht, und als ein zerbrechlicher Körper zu betrachten iſt.

Zerlegung, Zerſetzung, Scheidung (analyſis chymica, diſiunctio, analyſe, décompoſition). Die Trennung eines gleichartigen Ganzen in ſeine ungleichartigen Beſtandtheile, aus welchen es zuſammengeſetzt iſt. Dieſe wird der **Theilung, Zertheilung, Zerſtückung** des Körpers entgegengeſetzt, wobey keine neue, ſondern nur eine der Maſſe nach vergrößerte oder verkleinerte Materie entſteht.

Mit der Zerlegung der Körper beſchäftigt ſich bloß die Chemie, welche ſich hierzu des Feuers und anderer Materien bedient, welche durch eine ſo genannte nähere Verwandtſchaft mit irgend einem Beſtandtheile eines gewiſſen Körpers eine Verbindung eingehen, und ſo die übrigen Beſtandtheile abſcheiden. Hierauf gründen ſich die chemiſchen Mittel der Zerlegung, das Abdampfen, das Auflöſen und Niederſchlagen, das Schmelzen, Deſtilliren und Sublimiren, bey welchen Operationen oft nicht bloße Zerſetzungen, ſondern auch neue Verbindungen vorgehen.

Zerlegung der Kräfte und Bewegungen (reſolutio virium et motus, décompoſition des forces et du mouvement). Wenn man ſich nähmlich vorſtellt, daß eine einzige Kraft, oder eine einzige Bewegung, welche auf einen gewiſſen Körper wirkt, auf zwey andere Kräfte oder Bewegungen ſo gebracht werden kann, daß beyde letztere zuſammen die nähmliche Wirkung hervorbringen, als die einfache Kraft oder Bewegung, ſo nennt man dieſe Vorſtellung die **Zerlegung der Kräfte und Bewegungen.** Man kann ſogar noch weiter gehen, und im erforderlichen Falle eine

jede

jede von den beyden Kräften oder Bewegungen wieder in zwey andere zerlegen, welche mit jeder für ſich die nähmliche Wirkung hervorbringen u. ſ. f.

Wenn (fig. 55.) ab die Größe und Richtung irgend einer Kraſt vorſtellt, ſo kann man dieſe Linie als die Diagonale eines Parallelogramms betrachten. Verzeichnet man alſo hiermit das Parallelogramm acbd, ſo läßt ſich die Vorſtellung machen, als ob die einzige Kraſt nach der Richtung ab aus zwey andern Kräften zuſammengeſetzt wäre, deren Richtungen ac und ad wären, und deren Größen ſich zur Größe der Kraſt ab, wie dieſe Linien zu ab, verhielten. Weil ſich nun ein ſolches Parallelogramm auf unzählige Art verzeichnen läßt, ſo kann man auch eine jede Kraſt auf unzählige Art in zwey andere zerlegen.

Man ſiehet leicht, daß dieſer Satz eine Umkehrung des Satzes von zuſammengeſetzten Kräften iſt, vermöge deſſen Kräfte, deren Größen und Richtungen durch die Linien ac und ad ausgedrückt werden, auf den Punkt b zuſammen, eben ſo, wie eine einzige Kraſt von der Größe und Richtung der Linie ab, als Diagonale des Parallelogramms adbc, wirken. M. ſ. **Zuſammenſetzung der Kräfte und Bewegungen.** Dieſen letzten Satz haben einige Mathematiker als Grundſatz angenommen, und durch Erfahrung beſtätiget, welche eigentlich nur die zuſammengeſetzte Bewegung betreffen; Herr **Käſtner** *) aber hat einen ſcharfen Beweis desſelben auf die Theorie des Hebels gegründet. Daß nun dieſer Satz umgekehrt auf die Zerlegung der Kraſt anwendbar iſt, iſt eine ganz natürliche Folge.

Eben ſo kann man eine von dieſen Kräften z. B. ad in die beyden andern ae und af zerlegen, wodurch alſo die Kraſt ab in die drey Kräfte ac, af und ae zerlegt wäre u. ſ. f. Die Kraſt, welche nach der Diagonale ab wirkt, nennt man die **mittlere Kraſt**, und diejenigen Kräfte, welche mit der mittlern Kraſt einerley Wirkung hervorbringen,

Zz 5 äußere

*) Vectis et compoſitionis virium theoria euidentius expoſita. Lipſ. 1754. 4.

äußere Kräfte oder Seitenkräfte. Es läßt ſich alſo an einem Punkte a angebrachte Kraft auf unzählig v verſchiedene Arten in Seitenkräfte zerlegen, welche der m leren Kraft äquipollent ſind.

Alles dieß gilt auch von Bewegungen, welche du gleiche Zeiten dauern. Denn da ſich dieſelben nach d nähmlichen Geſetze zuſammenſetzen laſſen, wie die Kräfte, laſſen ſie ſich auch nach eben demſelben zerlegen. Si hierbey die Bewegungen gleichförmig, ſo verhalten ſich d Räume ab, ac, ad wie die Geſchwindigkeiten, welche i einerley Zeit durchlaufen werden. Auf ſolche Art läßt ſi eine fernere Zerlegung der Geſchwindigkeiten bewerkſtellige wie bey den Seitenkräften, ſo daß alſo hier das Nähmlich anwendbar iſt.

Man ſetze die mittlere Kraft $ab = p$, und die Rich tungen beyder Seitenkräfte mit der Richtung der mittlern Kraft nenne man α und β, ſo weiß man, daß vermöge de Natur der Parallelogramme $c + \alpha + \beta = 180° = b + d$, folglich $\sin. c = \sin. (\alpha + \beta) = \sin. b = \sin. d$. Nun hat man in den Dreyecken acb und adb

$$\sin. c : ab = \sin. \beta : ac \text{ und}$$
$$\sin. d : ab = \sin. \alpha : ad,$$

daher ſind die äußern Kräfte

$$ac = \frac{\sin. \beta}{\sin. (\alpha + \beta)} . p \text{ und}$$
$$ad = \frac{\sin. \alpha}{\sin. (\alpha + \beta)} . p;$$

beyde verhalten ſich zu einander wie $\sin. \beta : \sin. \alpha$, d. h. verkehrt, wie die Sinus der anliegenden Winkel.

Will man eine Kraft in zwey andere zerlegen, deren Richtungen auf einander ſenkrecht ſind, ſo iſt $\alpha + \beta = 90°$, alſo $\sin. (\alpha + \beta) = 1$ und $\sin. \beta = \cos. \alpha$; und für dieſen Fall

$$ac = \cos. \alpha . p, \text{ und } ad = \sin. \alpha . p;$$

eine jede äußere Kraft verhält ſich zur andern, wie der Coſinus

ſinus des Winkels ihrer Richtung mit der Richtung der mittleren Kraft zum Sinus dieſes Winkels; und zur mittleren, wie eben dieſer Coſinus zum Sinus totus.

Alle dieſe Sätze ſind in der Anwendung außerordentlich reichhaltig. In allen Theilen der angewandten Mathematik werden ſie unzählig gebraucht.

Zerreiblich (friabile, friable). Man nennt einen Körper zerreiblich, wenn ſich ſeine Theile ohne große anzuwendende Kraft ſehr fein von dem Ganzen trennen laſſen; z. B. wenn man ihn zwiſchen ein Paar Finger in ſehr feines Pulver zerreiben kann, als gebrannte Knochen, Kreide u. dgl. Es wird hierbey vorausgeſetzt, daß die Theile des Körpers unter ſich auf eine gewiſſe gleichförmige Art zuſammenhängen; denn ſonſt würden ſich nur gröbere Theile oder Stücke von dem Körper trennen, deren feinere Theile eine weit größere Kraft erfordern würden, um ſie weiter von einander zu trennen.

Zerſetzung ſ. Zerlegung.

Zerſtreuung des Lichtes in Farben ſ. Farbenzerſtreuung.

Zerſtreuungspunkt ſ. Brennpunkt.

Zerſtreuungsraum ſ. Brennraum.

Zimmer, verfinſtertes, dunkle Kammer (camera obſcura, chambre noire ou obſcure). Hiermit bezeichnet man in den optiſchen Wiſſenſchaften jeden eingeſchloſſenen Raum, in welchen allenthalben kein Licht von außen anders, als durch eine ſehr enge Oeffnung kommen kann. Auf dieſe Art läßt es ſich bewerkſtelligen, daß äußere Gegenſtände, welche ſtark genug erleuchtet ſind, und von welchen Licht durch die Oeffnung ins dunkle Zimmer treten kann, auf einer Wand mit ihren natürlichen Farben in umgekehrter Stellung abgebildet werden.

Es ſey (fig. 56.) a b c d ein eingeſchloſſener Raum, in welchem bloß durch die Oeffnung g Licht einfallen kann. Nimmt man dieſe Oeffnung ſo klein an, daß man ſie als

einen

einen einzigen Punkt betrachten kann, ſo muß von jedem Punkte h, i des Gegenſtandes h i ein Lichtſtrahl durch dieſe Oeffnung eintreten, und auf die Wand im dunkeln Zimmer fallen, ohne daß zugleich von den benachbarten Punkten des Gegenſtandes ein Lichtſtrahl auf denſelben Punkt dieſer Wand fallen kann. Von dieſer Wand gehen nun die Lichtſtrahlen wieder zurück in das Auge des Zuſchauers, der alſo auf derſelben das umgekehrte Bild e f des Gegenſtandes ſieht. Denn da die Strahlen in der Oeffnung ſich durchkreuzen, ſo muß das Bild verkehrt werden. Es wird deſto kleiner ſeyn müſſen, je näher die Wand, worauf es ſich abbildet, an der Oeffnung ſteht; deſto größer, je weiter ſie davon entfernt iſt. Indeſſen iſt dieſe Vorſtellung von einzelnen Lichtſtrahlen, die von den Punkten des Gegenſtandes nach der Oeffnung zu gehen ſollen, nicht der Natur gemäß, ſondern es fahren vielmehr von den erleuchteten Punkten Strahlenkegel nach der engen Oeffnung g, die ihre Spitze am ſtrahlenden Punkte haben, und deren Grundfläche die Oeffnung g iſt. Die Strahlen dieſer einzelnen Lichtkegel breiten ſich bey ihrem Fortgange durch die Oeffnung im Zimmer immer weiter aus, und bilden auf der Wand, von der ſie aufgefangen werden, erleuchtete Kreisflächen oder elliptiſche Flächen, je nachdem ſie ſenkrecht oder ſchief darauf fallen. Dieſe Flächen, die von den Kegeln benachbarter ſtrahlender Punkte des Objekts herrühren, decken ſich größten Theils, von jeder Fläche bleibt aber doch ein Punkt, nähmlich um des Lichtkegels Achſe, der das empfangene Licht reiner und minder vermiſcht ins Auge divergirend zurückſtrahlt, als die übrigen, von andern benachbarten Flächen mehr gedeckten, Punkte dieſer Fläche. So entſteht nun durch die Zurückſtrahlung dieſer Punkte von der Wand die Empfindung eines Bildes des Gegenſtandes. Da die Strahlenkegel ſich durchkreuzen, ſo iſt das Bild verkehrt. Je weiter von der Oeffnung im dunkeln Zimmer das Bild aufgefangen wird, um deſto geringer iſt wegen der Divergenz der Strahlen die Erleuchtung der zurückſtrahlenden Punkte der Wand; um deſto minder lebhaft iſt alſo das Bild,

und

und auch um deſto mehr vergrößert. Da die weiße Wand das Licht ſo zurückſtrahlt, wie ſie es empfängt, ſo behalten auch die Punkte des Bildes die Farbe, welche die Strahlen des Strahlenkegels hatten, von dem das Licht des Punktes herrührt; das Auge ſieht alſo das Bild mit den natürlichen Farben des Gegenſtandes. Je größer die Oeffnung g wird, deſto undeutlicher wird das Bild, weil ſich dann deſto mehr Strahlenkegel verſchiedener Punkte decken, folglich jene zurückſtrahlenden Punkte der Wand deſto mehr das Licht vermiſcht mit dem Lichte anderer benachbarter ſtrahlenden Punkte dem Auge zuſenden, und alſo das Bild des ganzen Gegenſtandes weniger rein erhalten werden kann. Indeſſen darf auch die Oeffnung nicht gar zu fein ſeyn, weil ſonſt wieder nicht Erleuchtung genug Statt findet, um die Netzhaut im Auge gehörig zu rühren. Hierin iſt auch der Grund zu ſuchen, warum man bey verengerter Pupille, wenn man aus dem ſtarken Tageslichte plötzlich ins dunkle Zimmer tritt, das Bild der Wand nicht gleich ſieht, ſondern erſt eine Zeit lang nachher, wenn durch die erfolgende Erweiterung der Pupille mehr Licht ins Auge kommen kann. Uebrigens erhellet aus dem Angeführten leicht, warum die Bilder im finſtern Zimmer nie ſcharfe und genaue Umriſſe, und nie die Deutlichkeit des Gegenſtandes haben, und warum ſie, bey übrigens gleicher Oeffnung und gleicher Entfernung der Wand davon, deſto lebhafter ſind, je mehr die ſich abbildenden Gegenſtände erleuchtet ſind.

In jedem Zimmer, vor welchem erleuchtete Gegenſtände ſtehen, deren Punkte durch die Fenſter des Zimmers Strahlenkegel auf die Wände des Zimmers werfen, würden Bilder dieſer Gegenſtände entſtehen müſſen. Da aber hier jeder Punkt der Wand nicht bloß von einem Punkte der Gegenſtände, ſondern auch von unzähligen andern zugleich Licht empfängt, das er wieder zurückſtrahlt, ſo kann kein reines und unvermiſchtes Bild der Gegenſtände erzeugt werden; wir können alſo keine Bilder empfinden, ſondern ſehen bloß die zurückſtrahlenden Punkte der Wand ſelbſt.

Wenn

Wenn in die Oeffnung g der Wand des finſtern Zimmers eine kleine erhabene Glaslinſe geſetzt wird, deren Brennweite mehrere Fuß beträgt, ſo werden die divergirenden Strahlen der Strahlenkegel, die von den leuchtenden Punkten der Gegenſtände nach der Linſe zu gehen, durch die Brechung zu convergirenden, wird nun die Wand, auf der ſich das Bild abmahlen ſoll, genau in den Vereinigungspunkt der Strahlen der einzelnen Strahlenkegel geſtellt, ſo entſteht ein reineres Bild des ſtrahlenden Punktes, und ſo des ganzen Gegenſtandes auf der Wand. Da aber bey der verſchiedenen Entfernung mehrerer ſtrahlenden Punkte der Objekte, und eines und desſelben Objekts, von der Linſe, der Vereinigungspunkt der einzelnen Strahlen, die zu einerley Strahlenkegel gehören, ungleich weit von der Linſe entfernt iſt; ſo ſieht man leicht, daß man von den verſchiedentlich weit entfernten Gegenſtänden, oder Punkten der Gegenſtände, nicht gleich deutliche Bilder erhält.

Dieſe dunkle Kammer mit dem Converglaſe kann man die dioptriſche nennen, und von der optiſchen unterſcheiden, bey welcher die Strahlen bloß durch eine kleine Oeffnung ohne Glas einfallen.

Dieſe lehrreiche und ungemein unterhaltende Einrichtung ward im ſechszehnten Jahrhunderte von Johann Baptiſta Porta *) erfunden. In der Vorrede ſeiner Schrift führt dieſer an, daß ſie bereits von ihm wäre ausgearbeitet worden, da er kaum das Alter von 15 Jahren erreicht hätte. Nach ſeinem eigenen Berichte wurde ſie ins Italieniſche, Franzöſiſche, Spaniſche und Arabiſche überſetzt, und mit vielem Vergnügen geleſen. Nach dieſer Zeit aber habe er ſich mehrere Kenntniſſe in allerhand nützlichen Künſten und Wiſſenſchaften, theils auf Reiſen durch Italien, Frankreich und Spanien, theils durch Briefe mit berühmten Männern zu verſchaffen geſucht; ja er habe ſogar in ſeinem eigenen Hauſe eine Akademie der Geheimniſſe errichtet, in welcher die Mitglieder

*) Magiae naturalis ſ. de miraculis rerum naturalium. libri IV. Neap. 1558. Fol. Amſt. 1664. 12.

glieder einander merkwürdige und noch nicht ſehr bekannte Künſte mitgetheilt und durch Verſuche beſtätigt hätten. Auf ſolche Art wäre er im Stande geweſen, eine ſehr vermehrte und reichhaltigere Ausgabe ſeiner Schrift 30 Jahre nach der erſtern zu veranſtalten. In dieſer Schrift beſchreibt er die dunkele Kammer. Er ſagt, daß ſich durch ein kleines Loch im Fenſterladen alle äußere Gegenſtände auf einer dagegen gehaltenen Fläche mit ihren Farben abmahlen, und durch ein in die Oeffnung geſtelltes Converglas noch deutlicher werden, ſogar daß man die Geſichtszüge der Perſonen mit vielem Vergnügen wahrnehmen könne. Auch führt Porta an, daß das dunkle Zimmer ſehr bequem zu genauen Abzeichnungen von Menſchen und allen Dingen, ſo wie auch zur Beobachtung der Sonnenfinſterniſſe, diene. Ferner bemerkt Porta, daß viele ſich Mühe gegeben hätten, die Bilder in ihre ordentliche aufrechte Stellung zu bringen. Sie hätten verſucht, dieß durch Planſpiegel zu bewerkſtelligen; allein die Bilder würden dadurch undeutlich und verlören alle Schönheit. Dieſe Abſicht ließe ſich bloß durch richtige Stellung eines Hohlſpiegels erreichen, wobey er denn zugleich erinnert, daß dieß die beſte Art ſey, die Gegenſtände zu beobachten. Ueber dieß bediente ſich Porta dieſer Kammer zur Beluſtigung derer, welche ihn aus Neugierde beſuchten. Er brachte nähmlich vor das Linſenglas im Laden eine leere kubiſche Papierröhre, deren vordere Seite ſehr dünn war, und auf welche er beliebige Figuren mahlte; hierauf brachte er dieſe Seite in gehörigen Abſtand vom Linſenglaſe. Auf dieſe Art war er im Stande, vermittelſt des Sonnenlichtes in dem dunkeln Zimmer ein Bild von dieſem Gemählde an der Wand darzuſtellen. Uebrigens machte er die Einrichtung ſo, daß er der vordern Seite der Papierröhre jede Bewegung geben konnte, wodurch er zum Erſtaunen der Zuſchauer, Jagden, Schlachten u. dgl. auf der Wand des dunkeln Zimmers zeigte.

Dieſe Verſuche in der dunkeln Kammer überzeugten Porta, daß wir die ſichtbaren Gegenſtände nicht, wie man

damahls

damahls glaubte, durch den Ausgang der Geſichtsſtrahlen aus dem Auge, ſondern vielmehr durch etwas was von außen ins Auge kommt, wahrnehmen. Bey der Vergleichung der dunkeln Kammer mit dem Auge, wo er den Augenſtern die Oeffnung im Fenſterladen ſeyn läßt, begeht er darin einen Fehler, daß er die Ebene, auf welcher ſich das Bild abmahlt, für die Cryſtalllinſe hält. Erſt Kepler zeigte richtiger, daß dieſe Linſe das Glas, und die Netzhaut die Wand vorſtelle. M. ſ. Auge.

Die dunkele Kammer hat man nachher zum beſſern Gebrauche, beſonders bey Abzeichnungen der Gegenſtände, tragbar gemacht (camera obſcura portatilis). Statt ein ganzes Zimmer zu verfinſtern, bedient man ſich eines tragbaren Kaſtens, aus welchem ſo viel als möglich alles Licht ausgeſchloſſen wird, bis auf dasjenige, welches das Bild des Gegenſtandes mit ſich führt. Man kann hiervon verſchiedene Arten angeben, dergleichen Hertel α), Doppelmayr β), Muſſchenbroek γ) u. a. beſchreiben.

Eine ſolche tragbare camera obſcura iſt die Rheinthaleriſche camera clara, welche die gewöhnliche tragbare an Nettigkeit der Abbildung und an Klarheit des Bildes gar ſehr übertrifft; ihr Unterſchied iſt bloß, daß das Bild darin nochmahls durch ein erhabenes Glas betrachtet wird, und daß wegen der großen Oeffnung der Gläſer die Darſtellung darin ſehr leicht und hell wird. Die Einrichtung iſt folgende: (fig. 57.) a b c d iſt ein hölzerner Kaſten, welcher zur Verhüthung des falſchen Lichts inwendig ſchwarz angeſtrichen iſt. In der vordern Wand a d iſt ein erhabenes geſchliffenes Glas; in der Diagonalfläche b d ſteht ein Planſpiegel und in der obern Wand a b iſt wieder ein erhabenes geſchliffenes Glas. Wenn nun die vordere Wand a d einem erleuchteten Gegenſtande zugekehrt iſt, welcher weiter davon abſteht, als die Brennweite der Linſe in a d beträgt, ſo würde er in dem

Kaſten

α) Vollſtändige Anweiſ. zum Glasſchleifen. Halle 1716. 8.

β) Weitere Eröffnung der Bionſchen mathemat. Werkſchule. Nürnberg 1717. 4. S. 37.

γ) Introduct. ad philoſ. natur. §. 2393.

Kaſten hinter der Linſe ein umgekehrtes Bild von ſich machen, das um deſto mehr verkleinert iſt, und deſto näher gegen die Linſe zu ſteht, je weiter der Gegenſtand vom Glaſe entfernt iſt. M. ſ. Linſengläſer. Ehe aber die Strahlen der einzelnen Strahlenkegel zu einem Punkte oder zu einem Bilde des Punktes zuſammentreffen können, fahren ſie auf dem Planſpiegel b d, werden von dieſem unter eben dem Winkel zurückgeworfen, unter dem ſie auffallen, und machen ein horizontales Bild des ganzen Gegenſtandes in der Verkleinerung, die der Weite des Gegenſtandes und der Krümmung der Linſe zugehörig iſt. Da dieſes Bild der obern Linſe näher liegt, als ihre Brennweite beträgt, ſo werden die davon ausfahrenden Strahlen bloß als minder divergirende ins Auge kommen, und alſo nur verurſachen, daß das Bild tiefer vom Auge hinabgeſetzt, und unter einem größern Sehewinkel wahrgenommen wird. Je weiter der Gegenſtand von der Linſe in a d abrückt, deſto weiter liegt das Bild p q von der Linſe a b hinab entfernt, deſto weniger divergirend werden die Strahlen, die von den Punkten, welche das Bild machen, und nach der Linſe in a b zu gehen, nach der Brechung in derſelben: folglich deſto weiter ſcheint das Bild entfernt. Daher bilden ſich Landſchaften und andere Gegenſtände in dieſer Camera clara perſpektiviſch ab. Gewöhnlich iſt die Einrichtung ſo gemacht, daß die Wand a d vom Spiegel b d mehr oder weniger entfernt werden kann, wodurch das Bild eines nahen Gegenſtandes, das durch das Glas in a b betrachtet wird, mehr oder weniger vergrößert erſcheint. Um das Bild in dieſer Camera clara zu ſehen, muß man das Auge über das Glas in a b halten. Es iſt aber zu merken, daß auf dieſes Glas wenig oder kein ſehr ſtarkes Licht von andern Gegenſtänden fallen muß, wenn man das Bild darunter ſehr deutlich ſehen will; daher iſt es am beſten, auf a b noch einen oben offenen, viereckigen, inwendig geſchwärzten Kaſten von Pappe oder Holz zu ſetzen, in den man hineinſieht.

Man kann aber auch die Einrichtung ſo abändern, daß das Glas in der Fläche a b ganz wegfällt, und das durch

Glas und Spiegel, oder durch mehrere Gläſer entſtandene Bild mit dem bloßen Auge betrachtet wird. So iſt das verbeſſerte Adamsiche Lampenmikroſkop eingerichtet.

M. ſ. Käſtner's Anfangsgr. der Optik, §. 26 f. Gren's Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 713. Fiſcher's Geſchichte der Phyſik, Th. I Göttingen 1801. 8. Abſchn. II. Cap. I. S. 164 ff.

Zink, Spiauter, Conterfeit (zincum, zinc) iſt ein zinnweißes Metall von einem ſtrahligen Bruche, der ins Blätterige übergeht; das zwiſchen den ſpröden und dehnbaren Metallen das Mittel hält, oder halbgeſchmeidig iſt, und ſich zwiſchen Streckwerken zu ziemlich dünnen Blättchen dehnen läßt. Es läßt ſich unter dem Hammer auf dem Amboſe nicht, wie die ſo genannten Halbmetalle, pulvern. Seine abſolute Feſtigkeit iſt aber nicht groß, und nach Muſſchenbroek zerreißt eine parallelipipedaliſche Zinkſtange von 0,17 eines Zolles Dicke von 76 bis 83 Pfund. Das ſpecifiſche Gewicht des Zinks, wenn er kein Bley enthält, iſt gegen das Waſſer 6,862. Er iſt ohne Geruch und ohne Geſchmack.

Der Zink ſchmelzt noch etwas vor dem Glühen in einer Hitze, die ungefähr auf 700 Fahrenh. Grade geht. Bey einem regelmäßigen Erkalten erleidet er eine Art von Kryſtalliſation, und bildet nach Mongez bündelförmig verbundene kleine vierſeitige Priſmen. Erhitzt man den Zink ſtark, doch ſo, daß er noch nicht zum Schmelzen kömmt, ſo wird er ſo ſpröde, daß er ſich in einem Mörſer pulvern läßt. Im Fluſſe, und wenn er nicht glühet, überzieht ſich ſeine Oberfläche beym Zutritte der Luft mit einem weißgrauen Kalke, der ungefähr 17 Procent Zunahme hat. Dieſer Kalk läßt ſich durch einen Zuſatz von $\frac{1}{8}$ Kohlenſtaub leicht zum Metall reduciren.

Der bis zum Glühen erhitzte Zink bricht an der freyen Luft in eine überaus ſchöne und außerordentlich blendende Flamme aus, die aus weißgelb und grün gemiſcht und der Flamme des brennenden Phosphors überaus ähnlich iſt, und auch einen etwas ähnlichen ſchwachen Geruch verbreitet.

Dabey

Dabey erhebt ſich ein lockerer und ſehr weißer Kalk, den man **Zinkblumen** (flores zinci, lana philoſophica, nihilum album, pompholyx, oxyde de zinc ſublimé) nennt. Dieſer vollkommene Zinkkalk iſt im Feuer höchſt fir Die Gewichtszunahme dieſes Kalks ſteigt nach Herrn **Abich** auf 25 Procent. Auch die Verpuffung des Zinks mit dem Salpeter iſt ſehr lebhaft, und wird wegen der Weiße und des Glanzes ihrer Flamme in der Feuerwerkerey häufig gebraucht.

Luft und Waſſer haben auf den Zink keine ſonderliche Wirkung. Wenn aber die Waſſerdämpfe nach **Lavoiſier's** und **Meusnier's** Entdeckungen über glühenden Zink wegſtreichen, ſo geben ſie brennbares Gas, wie mit dem Eiſen, und der Zink wird verkalkt. Der Zink zerſetzt alſo das Waſſer, wie das Eiſen.

Alle Säuren wirken auf den Zink, und löſen ihn und ſeine Kalke auf. In verdünnter Schwefelſäure löſet er ſich mit Aufbrauſen und einer beträchtlichen Erhitzung auf, und es entbindet ſich eine große Menge brennbares Gas. Nach dem Durchſeihen iſt dieſe Auflöſung völlig klar und farbenlos, und ſchießt, wenn ſie geſättigt iſt, in der Kälte zu ſchönen weißen, vierſeitig-ſäulenförmigen Kryſtallen an, woran zwey entgegengeſetzte Seitenflächen breiter, als die andern ſind, mit vierſeitigen pyramidaliſchen Endſpitzen. Man nennt dieſen ſchwefelſauren Zink gewöhnlich **Zinkvitriol, weißer Vitriol** oder **Gallitzenſtein.** Die Salpeterſäure löſet den Zink mit ungemeiner Heftigkeit, mit Aufwallen und ſtarker Erhitzung auf. Hierbey entwickelt ſich ſehr viel Salpetergas. Durch Abrauchen dieſer Auflöſung entſtehen Kryſtallen, welche **ſalpeterſaurer Zink** (zincum nitricum, nitras zinci, nitrate de zinc) heißen. Auch die Salzſäure löſet den Zink mit Heftigkeit und Hitze auf, wobey ſich ſehr vieles entzündbares Gas erzeugt. Die dabey niederfallenden ſchwarzen Flocken ſind Reißbley. Die Auflöſung iſt waſſerhelle, läßt ſich aber nicht kryſtalliſiren, liefert aber durch die Deſtillation eine dickflüſſige **Zinkbutter** (butyrum zinci), welche man auch durch dephlogiſtiſirte Salzſäure und Zink erhalten kann.

Auch die feuerbeſtändigen ätzenden Laugenſalze greiſen den reguliniſchen Zink an.

Schwefel und Schwefelleber verbinden ſich mit dem reguliniſchen Zink nicht. Man kann daher den Zink durch den Schwefel von andern Metallen reinigen. Dabey muß aber der Tiegel bedeckt werden, weil nach den Verſuchen der Herren **Dehne** und **Morveau** der verkalkte Zink ſich mit der Schwefelleber vereinigt.

Mit den meiſten Metallen läßt ſich der Zink zuſammenſchmelzen, und gibt ihnen dadurch mehr Sprödigkeit. Mit dem Queckſilber amalgamirt er ſich leicht im Schmelzen. M. ſ. **Amalgama, elektriſches.** Die gebräuchlichſte und nützlichſte Verſetzung des Zinks iſt die mit Kupfer, mit dem er ſich im Fluſſe ſehr wohl vereinigt, wenn man dabey nur das Abbrennen des Zinks verhüthet. Das Kupfer wird vom Zinke gelb gefärbt, ohne von ſeiner Geſchmeidigkeit viel zu verlieren. Dagegen wird es durch den Zink gegen den Roſt geſichert und leichtflüſſiger. Dergleichen gelbes Kupfer bekommt unterſchiedene Nahmen, nach der Menge des Zinks, die damit verbunden iſt, und der davon abhangenden unterſchiedenen Farbe; dahin gehören **Meſſing, Tombach, Similor, Knitter- oder Rauſchgold,** das unechte **Blattgold,** der **Meſſingdraht** und die leoniſchen **Treſſen.**

Beſonders merkwürdig in der Phyſik iſt der Zink durch den Galvanismus geworden.

M. ſ. **Gren's** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. §. 3215 ff.

Zinn (ſtannum, étain) iſt ein bekanntes Metall von einer ſtark glänzenden weißen Farbe, welche etwas bläulicher, als die von Silber iſt, ſehr weich, aber doch ziemlich dehnbar, und läßt ſich zu ſehr dünnen Blättern, dem Stanniol, ausdehnen. Es hat wenig Zähigkeit; denn ein Zinnfaden von $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer zerriß nach **Muſſchenbroek** ſchon von einem Gewichte, das über 49½ Pfund ging. Die Elaſticität des Zinns iſt ſehr gering und es hat daher wenig

Klang.

Klang. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt nach Bergmann 7,264. Wenn man es beugt, oder zwiſchen den Zähnen drückt, ſo hört man ein ihm eigenes Knirſchen, und hat, wenn es gerieben oder erhitzt wird, einen eigenthümlichen Geruch und widrigen Geſchmack. Das verkäufliche Zinn iſt ſelten rein, und mit andern Metallen, vorzüglich mit Bley, vermiſcht.

Zum Schmelzen braucht das Zinn nur eine geringe Hitze, indem es ſchon beym 420ſten Grade nach Fahrenh. ſchmilzt. Herrn de la Chenaye gelang es, das Zinn zum Kryſtalliſiren zu bringen, indem er nähmlich rhomboidaliſche Stücke erhielt, die aus mehreren der Länge nach mit einander verbundenen Nadeln beſtanden. Beym Zugange der Luft wird das Zinn bald nach dem Schmelzen mit einem grauen Pulver bedeckt, und das Zinn kann, wenn man dieſen Kalk immer von der Oberfläche wegnimmt, ganz und gar darin verwandelt werden. Gewöhnlich heißt dieſer graue Zinnkalk Zinnkrätze. Er hat ungefähr 10 Procent Gewichtszunahme, und läßt ſich mit Kohlenſtaub in verſchloſſenen Gefäßen wieder herſtellen. Durch fortgeſetztes Ausglühen verwandelt ſich dieſer Kalk in eine weißere und ſtrengflüſſigere Zinnaſche (cinis ſtanni, jovis), welche zur Baſis des weißen Schmelzglaſes oder der weißen Email dient. Dieſe iſt weit ſchwerer zu reduciren, und wird zum Poliren der Gläſer und Metallſpiegel gebraucht. In offenen Gefäßen bis zum Glühen erhitzt, brennt endlich das Zinn mit einer kleinen hellweißen Flamme, und gibt einen weißen Dampf, der ſich als ein glänzend weißer, nadelförmiger Kalk anlegt. Auch in dem Brennpunkte großer Brenngläſer raucht und dampft das Zinn ſehr ſtark.

Luft und Waſſer machen zwar die Oberfläche des Zinnes unſcheinbar, aber der leichte Roſt, welcher ſich daran erzeugt, bleibt doch immer nur dünn, und greift nie tief in die eigentliche Maſſe.

Das reguliniſche Zinn wird zwar von allen Säuren angegriffen, und zum Theil aufgelöſet; allein es hat auch das mit dem Eiſen gemein, daß es durch die vollkommenere Ver-

kalkung in manchen immer ſchwerer aufzulöſen wird. Ganz unvollkommener Zinnkalk wird von den meiſten Säuren nur in ſehr geringer Menge aufgenommen. Die Schwefelſäure muß nicht ſtark mit Waſſer verdünnt ſeyn, und erhitzt werden, wenn ſie das Zinn auflöſen ſoll. Die Salpeterſäure hingegen wirkt mit außerordentlicher Heftigkeit auf das Zinn. Sie greift es mit Aufbrauſen und ſtarkem Erhitzen an. Sie zerfrißt aber vielmehr das Zinn, als daß ſie es eigentlich auflöſen ſollte, und verwandelt es in ein weißes Pulver, das nach dem ſorgfältigſten Ausſüßen ſich wie im Feuer entſtandene weiße Zinnaſche verhält. Die Salzſäure löſet das Zinn ſehr wohl auf: die dabey entſtehende Wärme und das Aufbrauſen ſind gemäßigt; die davon gehenden Dämpfe riechen unangenehm und ſind brennbares Gas. Auch das Königswaſſer gibt ein ſehr wirkſames Auflöſungsmittel für das Zinn ab. Die damit bereitete Zinnſolution wird in der Färberey unter dem Nahmen der Compoſition gebraucht, um rothe Farben, beſonders von der Cochenille, dadurch zu erhöhen, und das Scharlachroth damit hervorzubringen. Von den ätzenden feuerbeſtändigen Laugenſalzen wird das reguliniſche Zinn auf naſſem Wege in der Hitze angegriffen, und zum Theil aufgelöſet. Eben ſo auch der Zinnkalk.

Mit dem Schwefel ſchmelzt das Zinn zu einer ſtrengflüſſigen ſpröden Maſſe zuſammen, welche beym Erkalten gern breite, flachgedruckte Nadeln bildet. Aus 12 Theilen Zinn und 7 Theilen Schwefelblumen mit einem Zuſatze von 3 Theilen Queckſilber und 3 Theilen Salmiak, erhält man das ſo genannte Muſſivgold (aurum muſicum ſ. moſaicum).

Mit den Metallen verbindet ſich das Zinn durch Schmelzung in allen Verhältniſſen, entzieht ihnen aber dabey nach Beſchaffenheit des Verhältniſſes einen großen Theil ihrer Geſchmeidigkeit, und zwar dem Golde und Silber am meiſten, ſo daß ſchon der bloße Dampf des Zinns eine beträchtliche Menge dieſer Metalle ſpröde macht. Auch das Kupfer erhält durch Verſetzung mit Zinn mehr Sprödigkeit, Härte und Klang, wie man aus der Glockenſpeiſe ſieht, obgleich

das

das Zinn an ſich ein weiches und klangloſes Metall iſt. Aehnliche Compoſitionen werden auch zu den Metallſpiegeln der Teleſkope gebraucht. M. ſ. Spiegelteleſkop. Die Verbindung oder Verquickung des Zinns mit Queckſilber gibt das zur Belegung der Spiegel dienende Amalgama, und die Verſetzung mit gleichen Theilen Bley das Loth der Bleygießer.

Das reguliniſche Zinn ſchlägt die Goldauflöſung in Königswaſſer dunkelpurpurfarben nieder. Der lockere purpurfarbene Niederſchlag heißt mineraliſcher Purpur, Goldpurpur des Caſſius (purpura mineralis), welches ein Gemiſch von Gold- und Zinnkalk iſt, das ſich in Königswaſſer auflöſen, aber ſchwer im Feuer wieder herſtellen läßt, und daher zum Rothfärben des Glaſes, und zur Porzellan- und Emailmahlerey gebraucht wird. Die Erklärung dieſes Niederſchlages hat die Chemiker viel beſchäftiget. Am wahrſcheinlichſten hält man mit Leonhardi und Bergmann, daß der im Königswaſſer enthaltene vollkommene Goldkalk wegen ſeiner großen Verwandtſchaft zum Brennſtoff dieſen aus der Zinnſolution anzieht; der Goldkalk dagegen dem unvollkommenen Zinnkalke Sauerſtoff abtritt, und ihn zum vollkommenern Zinnkalke macht. Dieſer kann nun nicht mehr, eben weil er vollkommen verkalkt iſt, aufgelöſet bleiben, und trennt ſich alſo vom Menſtruum; daher fallen beyde Metalle zugleich kalkförmig nieder.

Eine andere merkwürdige Bereitung liefert das Zinn, wenn es mit dem Queckſilberſublimate vermiſcht und deſtillirt wird. Es verbindet ſich nähmlich die Salzſäure des Queckſilberſublimats mit dem Zinnkalke, und geht damit als eine flüchtige, rauchende Auflöſung über, welche man Libav's oder auch Caſſius rauchenden Spiritus nennt. Der dabey übergehende dickere Theil heißt auch Zinnbutter.

M. ſ. Gren ſyſtemat. Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. §. 3117. ff.

Zirkonerde (circonia, terre de Jargon) iſt eine erſt vom Herrn Klaproth *) in den Zirkonen nachher auch in dem Hyacinth als vorwaltender Beſtandtheil und eigenthümliche Erde entdeckt worden. Sie iſt unauflöslich im Waſſer, in Säuren auflösbar, aber nicht mit Kohlenſäure verwandt; in ätzenden Alkalien auf naſſem Wege nicht auflösbar; unſchmelzbar für ſich und mit feuerbeſtändigen Alkalien; nur mit Borax fließt ſie zu Glaſe.

M. ſ. Gren ſyſtemat. Handbuch der geſammten Chem. Th. I Hall. 1794. 8 § 403.

Zitterfiſche, elektriſche Fiſche (piſces electrici, poiſons électriques). Mit dieſem Nahmen kann man diejenigen Fiſche belegen, welche merkliche Erſcheinungen von Elektricität von ſich geben. Es ſind deren bereits fünf bekannt.

Der Krampfroche, Zitterroche, Krampffiſch (raja torpedo, torpille, tremble) iſt eine Rochenart, platt, ſelten 20 Zoll lang, völlig ausgewachſen nicht über einige Pfunde ſchwer, und an einigen Küſten Europens ſehr häufig. Dieſer Fiſch war ſchon den Alten bekannt, welche erzählen, daß er die Thiere, die ſich ihm nähern, betäube, und die Arme derjenigen Perſonen, welche ihn berühren, erſtarren mache. Auch hängt es von der Willkür dieſes Thieres ab, den Körper, welchen es berührt, durch einen Schlag zu erſchüttern, welcher dem elektriſchen ähnlich iſt. Eine geraume Zeit hat man die Urſachen von den Erſcheinungen dieſes Fiſches nicht von der Elektricität abgeleitet [β]. Nachher aber fing man an, dergleichen dabey zu vermuthen, beſonders da ein anderer elektriſcher Fiſch, der Zitteraal, bekannter wurde, und welchen man anfänglich mit jenem vielfältig verwechſelte. Um das Jahr 1773. endlich ward es durch Walſh γ) außer allen Zweifel geſetzt, daß die Eigen-

*) Chemiſche Unterſuchung des Zirkons, in den Beob. und Entd. aus der Naturkunde von der Geſellſch. naturforſch. Freunde zu Berlin. B. II. 1789. S. 147. f.
β) Mémoir. de Paris 1714. p. 344.
γ) Philoſoph. Transact. Vol. LXIII. p. 461.

Eigenſchaften dieſes Fiſches ganz von der Elektricität abhangen. Dieſes Thier hat zwey elektriſche Organe, welche an der Seite der Hirnſchale und der Kiefern liegen, und von da bis zu den halbkreisförmigen Knorpeln der Seitenfloſſen gehen. Der Länge nach reichen ſie von dem vordern Ende des Thieres bis zu dem Querknorpel, der die Bruſt von dem Bauche trennt. Hier nehmen ſie die ganze Dicke des Thieres von oben bis unten ein, und ſind mit der ordentlichen Haut bedeckt, unter welcher ſich jedoch noch zwey dünne Membranen oder Bänder befinden. Die Länge eines jeden Organs iſt etwas geringer, als der dritte Theil der Länge des ganzen Thieres. Jedes Organ beſteht aus ſenkrechten Prismen oder Säulen, welche von der untern Seite des Körpers bis an die obere reichen, und deren Länge nach der verſchiedenen Dicke des Fiſches an verſchiedenen Stellen verſchieden iſt. Die Zahl dieſer Säulen iſt ſich nicht gleich, und zwar bemerkt man dieſe Verſchiedenheit nicht nur bey verſchiedenen Zitterrochen, ſondern ſie ſcheint auch hauptſächlich von dem Alter des Thiers herzukommen, ſo daß etwa, ſo wie der Fiſch an Größe zunimmt, immer neue entſtehen mögen. Bey einem ſehr großen Krampfrochen beſtand das Organ, wie man fand, aus 1182 ſolcher Säulen. Die meiſten von dieſen Säulen ſind entweder irreguläre Sechsecke, oder irreguläre Fünfecke; allein ihre Geſtalt bleibt ſich nicht gleich. Ihr Durchmeſſer beträgt gemeiniglich $\frac{1}{5}$ Zoll. Jede Säule iſt durch horizontalliegende Theilungen getheilt, welche ſich in geringen Entfernungen über einander befinden, und eine Menge Zwiſchenräume bilden, die eine flüſſige Materie zu enthalten ſcheinen.

Die beſchriebenen elektriſchen Organe ſcheinen allein die elektriſche Erſchütterung hervorzubringen; die übrigen Theile des Thiers, z. B. die an dem elektriſchen Organ liegen, bloß den Stoß zu leiten. Berührt man den Krampfrochen in oder außer dem Waſſer, nur nicht iſolirt, mit der Hand, ſo theilt er ihr insgemein eine zitternde Bewegung, oder eine ſchwache Erſchütterung mit; dieſe fühlt man jedoch bloß in

den Fingern. Berührt man ihn hingegen mit beyden Händen zugleich, und zwar mit der einen Hand oben, und mit der andern unten, ſo erhält man einen Stoß, der dem Stoße aus der Leidner Flaſche ganz ähnlich iſt. Berühren die Hände den Fiſch an den gegenüberſtehenden Seiten, gerade über den elektriſchen Organen, ſo iſt der Stoß am ſtärkſten. Bringt man ſie hingegen an andere Stellen jener Seiten, ſo ſind die Erſchütterungen etwas ſchwächer, und man fühlt gar keine, wenn man beyde Hände an die elektriſchen Organe der einen Seite legt. Daraus ſieht man, daß die obern und untern Seiten der elektriſchen Organe entgegengeſetzt elektriſch ſind. Berührt man den Fiſch mit beyden Händen auf einer Seite, und zwar nicht gerade da, wo die elektriſchen Organe liegen, ſo bemerkt man doch einen, wenn gleich ſchwachen, Stoß. Allein hier ſcheint die entgegengeſetzte Kraft der andern Seite des Thiers über die Haut weggeleitet worden zu ſeyn.

In freyer Luft iſt der Stoß von dem Krampfrochen etwa vier Mahl ſo heftig, als im Waſſer; und wenn man beyde Seiten des Thiers mit einer Hand berührt, nähmlich die eine Seite mit dem Daumen und die andere mit dem Mittelfinger, ſo fühlt man die Erſchütterung weit ſtärker, als wenn man die Verbindung mittelſt beyder Hände bewirkt hat. Bisweilen folgen die Erſchütterungen ſo geſchwind auf einander, daß kaum eine Zeit von 2 Sekunden dazwiſchen vorgeht; und wenn der Krampfrochen nicht ſtarke abgeſetzte Stöße, ſondern bloß ein gewiſſes Zittern hervorbringt, ſo läßt ſich dieſe Empfindung der auf einander folgenden geſchwinden Entladung mehrerer ſchwachen Schläge zuſchreiben. Es iſt beſonders, daß der Krampfrochen, wenn er gleich iſolirt iſt, Perſonen, die ebenfalls iſolirt ſind, doch mehrere Schläge geben kann.

Dieſe Kraft wird durch eben die Körper fortgeleitet, welche die Elektricität leiten, und eben durch die wieder aufgehalten, welche keine Leiter der Elektricität ſind. Wenn aber die Verbindung der Leiter nur im geringſten unterbrochen wird, ſo kann der Stoß des Krampfrochens nicht fortgeleitet werden.

werden. Er geht daher nicht durch eine Kette, noch durch die Luft von einem Leiter zum andern, wenn der Abſtand noch nicht ein Mahl $\frac{1}{200}$ Zoll beträgt; mithin hat man daben auch nie einen Funken wahrnehmen können. Auch hat man bey den elektriſchen Fiſchen kein elektriſches Anziehen oder Zurückſtoßen bemerkt; ungeachtet man in dieſer Abſicht mehrere Verſuche angeſtellt hat.

Mehrere Nachrichten vom Krampfrochen und mit ihm angeſtellte Verſuche findet man beym Ingenhouß α) und beſonders beym Spallanzani β). Letzterer hat im Ganzen genommen Walſh's Bemerkungen ganz richtig gefunden, nur hier und da mehr berichtiget. So hat z. B. Spallanzani nicht wahrnehmen können, daß das Thier, wenn es die Erſchütterung geben will, alle Mahl die Augen zudrücke.

Zitteraal, Zitterfiſch, Drillfiſch (gymnotus electricus, gymnotus tremulus, anguille tremblante ou électrique). Dieſer elektriſche Fiſch findet ſich häufig in den großen Flüſſen von Südamerika. Gewöhnlich iſt er etwa 3 Fuß lang; doch hat man einige ſo große geſehen haben wollen, welche mit dem Schlage ihres elektriſchen Organs einen Menſchen hätten tödten können.

Dieſen Fiſch hat zuerſt van Berkel γ) zwiſchen 1680. und 1689. bekannt gemacht. Richer, welcher 1671. nach Cayenne ging, hatte ſchon in ſeinem Tagebuche bemerkt, es gebe daſelbſt 3 bis 4 Fuß lange Fiſche, welche mit dem Finger oder mit einem Stabe berührt, den Arm erſtarren machen und Schwindel erregen, welches du Hamel δ) anführt. In den neuern Zeiten bezweifelte man aber dieſe Erzählung, oder war doch nicht geneigt, Elektricität dabey zu vermuthen, als welches

α) Philoſ. Transact. Vol. LXV. P. I. p. 1.

β) Memoire di matematica e fiſica della ſocietà italiana. T. II. p. 603 ſqq. Deutſch in den Leipz. Samml. zur Phyſik u. Naturgeſch B. IV. St. 3. S. 338 f. und im Gothaiſch. Magazin, B. V. St. 3. S. 41.

γ) Reiſe nach Rio de Berbice in der Samml. ſeltener und merkwürdiger Reiſegeſchichten. Memmingen 1789. 8. S. 220.

δ) Hiſtoria regiae ſcient. Acad. p. 168.

welches ſelbſt Nollet noch für unwahrſcheinlich hält. Der erſte, welcher hierbey Elektricität vermuthete, war Adanſon im Tagebuche ſeiner Reiſe 1751 α). Endlich ward durch Seba, Artedi, Gaulicus, Allamand β) und Gronov γ) die Beſchreibung dieſes Fiſches ſelbſt und ſeiner Eigenſchaften bekannter. Was damahls von ihm bekannt war, erzählt Muſſchenbroek δ) umſtändlich.

Hugh Williamſon ε) und Alexander Garden ζ) haben mehrere wichtige Beyträge zur Geſchichte des Zitteraals geliefert. Vorzüglich aber erhielt man durch Hunter's Zergliederung an einem Zitteraale ein ganz unerwartetes Licht von der Natur dieſes Thieres η), und Herr Walſh hat an dieſen Fiſchen mehrere Entdeckungen in Rückſicht ihrer elektriſchen Eigenſchaften gemacht. Die Verſuche, welche jene Eigenſchaften zeigten, wurden mehrere Monathe lang in London öffentlich angeſtellt.

Ein Zitteraal von 3 Fuß Länge iſt gewöhnlich an der dickſten Stelle ſeines Körpers zwiſchen 10 und 14 Zoll im Umkreiſe. Da die elektriſche Kraft dieſes Thiers weit ſtärker iſt, als beym Krampfrochen, ſo ſind auch ſeine elektriſchen Organe um vieles größer; wirklich iſt auch der Theil ſeines Körpers, der die meiſten animaliſchen, oder ſolcher Theile enthält, welche Fiſche von der nähmlichen Gattung mit ihm gemein haben, beträchtlich kleiner, als der, welcher die elektriſche Kraft beſitzt, wenn gleich der letztere ſeine Nahrung und Wirkſamkeit natürlich von dem erſtern bekommt.

Der Kopf dieſes Thiers iſt groß und breit, flach, glatt, und mit mehreren kleinen Löchern verſehen. Der Mund iſt groß, aber die Kinnbacken haben keine Zähne, ſo daß ſich dieſes Thier durch Saugen nährt, oder die Nahrung ganz hinun-

α) G. *Rozier* obſerv. ſur la phyſique. Tom. V. 1775. May. p. 444.
β) Haarlemer Verhandelingen. Deel II. p. 372.
γ) Deſcriptio gymnoti tremuli in act. Helvet. Baſil. 1760. p. 26.
δ) Introduct. ad philoſ. nat. Tom. I. §. 901.
ε) Philoſoph. Transact. Vol. LXV. P. I. n. 10. p. 94.
ζ) Ibid. n. 11. p. 102.
η) Ibid. Par. II. num. 39. p. 395.

hinunterſchlingt. Die Augen ſind klein, etwas platt, von bläulicher Farbe, und ſtehen ein wenig hinter den Naſenlöchern. Der Körper iſt, bis zu einer beträchtlichen Entfernung von dem Kopfe, breit, dick und rundlich; von da aber nimmt er allmählich ab. Der ganze Körper, einige Zoll hinter dem Kopfe, iſt der Länge nach in vier Theile getheilt, welche durch Linien deutlich von einander abgeſondert ſind. Die ſcharfe Kante am Unterleibe nimmt einige Zoll hinter dem Kopfe ihren Anfang, wird immer breiter und breiter, und geht bis an den Schwanz, wo ſie am ſchmalſten iſt. Er hat zwey Bruſtfloſſen, und ſein After befindet ſich unten, mehr nach vorn hin, als jene Floſſen, folglich nicht weit vom roſtrum.

Dieſes Thier beſitzt zwey Paar elektriſche Organe, von welchen das eine größer iſt, als das andere, und den größten Theil der Länge des Körpers einnimmt. Sie ſind durch eigene Häute von einander abgeſondert, und ſind mit Nerven aus dem Rückenmarke verſehen, welche Paarweiſe zwiſchen den Rückgrathswirbeln herauskommen.

Der Zitteraal beſitzt alle elektriſche Eigenſchaften des Krampfrochens, aber in einem weit höhern Grade. Sein Stoß wird durch Leiter der Elektricität fortgeleitet, und durch nichtleitende Körper aufgehalten. Daher empfindet man den Stoß durch Waſſer, ohne daß man das Thier unmittelbar berührt, auch durch jede andere gemachte Verbindung; den ſtärkſten Schlag aber erhält man, wenn man das Thier außer dem Waſſer berührt, und die beſte Art, ſtarke Schläge zu erhalten, iſt die, daß man das Thier mit der einen Hand am Schwanze, und mit der andern am Kopfe faßt. Auf ſolche Art erhält man Erſchütterungen, die man nicht bloß in beyden Armen, ſondern auch ſehr ſtark in der Bruſt fühlt. Berührt man das Thier bloß mit einer Hand, ſo fühlt man in ſelbiger nur eine Art von Zittern, das dem Zittern, welches der Krampfrochen unter gleichen Umſtänden hervorbringt, ganz ähnlich, nur ſtärker iſt. Auch die Kraft des Zitteraals, Stöße zu ertheilen, hängt von ſeiner Willkür

für ab; ſo ertheilt er auch bisweilen ſehr ſtarke, bisweilen wieder ſehr ſchwache Stöße; die ſtärkſten dann, wenn er durch häufiges und ſtarkes Berühren gereizt wird. Merkwürdig iſt es, daß dieſer Fiſch mit der Auszehrung behafteten Perſonen keinen Schlag zu geben im Stande ſeyn ſoll, wie dieß Collins Flagg [a]) gefunden haben will.

Legt man kleine Fiſche in das Waſſer, worin ſich der Zitteraal befindet, ſo werden ſie gemeiniglich durch einen Schlag betäubet und getödtet, worauf er ſie, wenn er hungrig iſt, verſchluckt. Die ſo betäubten Fiſche erhohlen ſich oft wieder, wenn man ſie geſchwind in ein anderes Gefäß mit Waſſer thut. Nach Loskiel's Verſicherung können ſich dieſem Fiſche einige Gattungen Krebſe ohne Schaden nähern [b]).

Die ſtärkſten Erſchütterungen des Zitteraals pflanzen ſich fort, wenn auch die Verbindung ein wenig unterbrochen iſt. Sie laſſen ſich z. B. durch eine Kette leiten, um ſo mehr, wenn ſie nicht ſehr lang und ausgedehnt iſt, ſo daß ihre Glieder in beſſere Berührung kommen. Macht man in einen auf Glas befeſtigten Stanniolſtreifen einen Einſchnitt mit einem Federmeſſer, und läßt die Erſchütterung durch dieſen Streifen hindurchgehen, ſo wird ſich ein kleiner, aber ſehr lebhafter Funken zeigen, der ſich in einem finſtern Zimmer deutlich bemerken läßt.

Herr Walſh hat an dem Zitteraale noch eine andere Entdeckung gemacht. Er bemerkte nähmlich an dieſem Thiere eine neue Art von Sinn, mit deſſen Hülfe es wußte, ob die Körper, die ſich ihm näherten, ſolche, welche den Stoß empfangen konnten, d. i. Leiter, oder Körper von anderer Beſchaffenheit waren; denn in dem erſtern Falle ertheilte das Thier den Stoß, im letztern aber nicht. Dieſe wunderbare Eigenſchaft zu zeigen, ſtellte er mehrere Verſuche an, von welchen der überzeugendſte folgender war: zwey

[a]) Philoſ. Transact. of the Americ. ſociet. held at Philadelphia. Tom. II. im Auszuge im Gothaiſch. Mag. B. V. St. 2. S. 173 f.

[b]) Geſchichte der Miſſion der evangel. Brüder unter den Indianern in Nordamerika. Barby 1789. 8. und im Gothaiſch. Magazin, B. VI. St. 2. S. 171.

zwey Drähte wurden mit ihren Enden in ein Gefäß mit Waſſer gelegt, in dem ſich der Fiſch befand, ſo dann umgebogen, und ein großes Stück fortgeführt: endlich endigten ſie ſich in zwey beſondern, mit Waſſer gefüllten, Gefäßen. Dieſe Drähte wurden in einer beträchtlichen Entfernung von einander von Nichtleitern getragen, mithin war die Verbindung nicht vollkommen. Legte nun jemand die Finger beyder Hände in die Gefäße, worin ſich die Drähte endigten, d. h, die Finger der einen in das eine, und die Finger der andern Hand in das andere Gefäß, ſo war die Verbindung vollkommen. Nun bemerkte man beſtändig, daß ſich das Thier, wenn die oben beſchriebene Verbindung unterbrochen war, den Enden der Dräthe nie abſichtlich näherte, wie es zu thun pflegte wenn es einen Schlag geben wollte. So bald aber die Verbindung entweder durch eine Perſon, oder ſonſt durch einen Leiter wieder hergeſtellt wurde, ſo kam das Thier augenblicklich zu den Drähten, und ertheilte den Stoß, wenn es gleich nicht ſehen konnte, daß die Verbindung wieder ergänzt worden war. Dieſe nähmliche Bemerkung wollte auch Dr. Ingenhouß gemacht haben.

Dr. Schilling, Arzt der Colonie zu Surinam, wollte durch Verſuche einen beträchtlichen Einfluß des Magnets auf dieſen Fiſch wahrgenommen haben a). Bey der Annäherung eines armirten Magnets ward der Fiſch zuerſt unruhig, und bey der Berührung mit demſelben ſtark erſchüttert. Legte man den Magnet ins Waſſer, ſo ward der Fiſch nach einiger Zeit ganz ſtill, und näherte ſich von ſelbſt dem Magnet, als ob er von dem umgebenden Waſſer angezogen und zurückgehalten würde. Nach einer halben Stunde zog er ſich ſehr geſchwächt vom Magnete wieder zurück hatte aber nun alle Erſchütterungskraft verloren, ſo daß man ihn ohne Schaden berühren und in die Hände nehmen konnte. Die beyden Pole des Magnets ſchienen wie mit Feilſpänen überzogen,

a) Nouv. mémoir. de Berlin 1770. p. 68. imgl. obſerv. phyſica de torpedine piſce in diatribe de morbo in Europa pene ignoto, quem Americani Jaws vocant, Traj. ad Rhen. 1770.

gen. Der Fiſch erlangte einige Kraft wieder, nachdem man ihn ein Paar Tage mit Brot gefüttert hatte; als man aber Eiſenfeile ins Waſſer warf, ſammelte er bald alle vorige Kraft von neuen.

Dieſe Verſuche ſind von vielen als ein Hauptbeweis für die Identität der Elektricität mit dem Magnetismus angeſehen worden. Allein Dr. **Ingenhouß** [α], **Walſh** und beſonders **Spallanzani** haben ſie als völlig ungegründet gefunden. Letzterer brauchte einen Magnet, der 25 Pfund Eiſen zog, und gleichwohl bemerkte er nicht das geringſte vom Magnetismus.

Der **Zitterwels, Raaſch** (silurus electricus). Dieſer hält ſich in den Flüſſen von Afrika auf; allein bis jetzt haben wir nur noch ſehr unvollkommene Nachrichten von ſeinen Eigenſchaften. Die Herren **Adanſon** und **Forskål** gedenken dieſes Fiſches kürzlich, und **Brouſſonet** [β] liefert von ihm eine Beſchreibung, und gibt ihm den franzöſiſchen Nahmen le trembleur.

Der elektriſche Stachelbauch (tetrodon electricus). Dieſen elektriſchen Fiſch hat ein engliſcher Schiffslieutenant **Paterſon** [γ]) auf einer Reiſe nach Indien entdeckt, da er ſich bey der Inſel St Juan, einer von den Comorren, zwiſchen der Küſte von Zanguebar und der Inſel Madagaſcar aufhielt. In einem von Seewaſſer ausgehöhlten Felſen, wo die Wärme des Waſſers zwiſchen 50 und 60 Fahrenh. Grade war, fing er ein Paar derſelben in einem Netz, und da er den einen angreifen wollte, bekam er einen ſo heftigen elektriſchen Schlag, daß er loslaſſen mußte. Inzwiſchen brachte er beyde ans Land; da er aber ein Paar tauſend Schritte von dem Orte, wo er ſie gefangen hatte, das Netz aufmachte, war der eine todt und der andere äußerſt ſchwach. Dieſer Fiſch war 7 Zoll lang und 2½ Zoll breit; ſein Kopf war ſehr verlän-

α) Vermiſchte Schriften, herausgeg. von Molitor. Wien 1784. 8. Th 1. S. 413.

β) Mémoir. de Paris 1782.

γ) Philoſoph. Transact. Vol. LXXVI, P. II. num. 9. und Gothaiſches Magazin B. IV. St. 4. S. 48.

verlängert, und er ſchien zum Geſchlechte der Stachelbäuche zu gehören. Der Rücken war dunkelbraun, der Bauch meergrün, die Seiten gelb, die Floſſen und der Schwanz grünlich, der Leib mit rothen, grünen und weißen Flecken überſäet, wovon die letztern ſehr glänzend waren; er hatte weit offene Augen mit einer rothen Iris, deren äußere Ränder gelb waren.

Endlich iſt noch ein fünfter elektriſcher Fiſch, der trichiurus indicus, anguilla indica, bekannt geworden, welcher in den indiſchen Meeren lebt *).

Dieſe Beyſpiele zeigen, daß es in der Natur Thiere gibt, welche ein vorzügliches Vermögen beſitzen, durch äußern auf ſie wirkenden Reitz ſtarke Elektricität aus ſich zu entwickeln. Ueberhaupt iſt es nunmehr durch die bekannten galvaniſchen Verſuche ausgemacht, daß dieſe Fähigkeit in der ganzen thieriſchen Oekonomie anzutreffen iſt, welche ſchon von mehreren lange vor denſelben iſt gemuthmaßet worden. Vielleicht gab die Natur den angeführten Fiſchen dieſe ſonderbare Eigenſchaft dieſerwegen in einem ſo hohen Grade, damit ſie ſich dadurch ihrer gemachten Beute verſichern, vielleicht auch größere Thiere, die ihnen etwa ſchaden möchten, entfernen zu können.

M. ſ. Cavallo vollſtänd. Abhandlung der Lehre von der Elektricität, aus d. Engl. B. II. Leipz. 1797. 8. S. 227 ff.

Zittern, Zitterung (tremor, frémiſſement). Dieſen Nahmen hat man derjenigen Bewegung beygelegt, bey welcher die kleinſten Theilchen der ſchallenden Körper ſehr ſchnelle und kurze Vibrationen machen ſollen. Allein es iſt ſchon unter dem Artikel Schall angeführt worden, daß dieſes Zittern der kleinſten Theile zum Schalle nicht nothwendig iſt, und bey klingenden Körpern gar nicht vorhanden ſey, indem hierbey vielmehr ganze Stellen unbewegt bleiben und

*) S. die Gmelinſche Ausgabe von Linne's Naturſyſtem. Tom. I. P. III. p. 1142.

und um dieſe herum die übrigen Theile nicht zittern, ſondern vielmehr ſchwingen.

Zodiakallicht ſ. Thierkreislicht.

Zodiakus ſ. Thierkreis.

Zoll ſ. Fuß.

Zonen ſ. Erdſtriche.

Zuckerſäure ſ. Sauerkleeſäure.

Zug, Ziehen (ductus, tractus, tractio, traction). Wenn ein Körper durch Theile mit dieſem ſo verbunden iſt, daß ſie ſich nicht anders bewegen können, ohne den Körper zugleich mit fortzunehmen, ſo ſagt man, wenn dieſe Bewegung entweder wirklich erfolgt, oder doch wenigſtens ein Beſtreben hat, mit fortgeführt zu werden daß jene Theile (oder auch ein anderer Körper, oder die Kraft deſſelben) den Körper ziehen. So ziehen die Gewichte an einer Uhr, und bringen das ganze Uhrwerk in Bewegung u. ſ. f. Ueberhaupt ſind Zug, Druck und Stoß Ausdrücke, welche Kräfte bezeichnen, die nur in Anſehung ihrer Richtungen von einander verſchieden ſind. Bey allen dieſen findet Mittheilung der Bewegung Statt, welche ſich völlig nach eben den Geſetzen richtet, die für den Stoß unelaſtiſcher Körper gelten. (Th. IV. S. 835 ff.) Denn wenn zwey Maſſen M und m, welche mit den Geſchwindigkeiten C und c nach einerley Richtung angetrieben werden durch eine Stange oder durch ein geſpanntes Seil verbunden ſind, daß ſie während der Bewegung ihre Entfernung von einander nicht ändern können, und folglich eine gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit = x annehmen müſſen, ſo werden ſich die Größen ihrer Bewegungen, d. i. MC und mc zu der Summe MC + mc verbunden, welcher die wirklich Statt findende Bewegung beyder Maſſen mit der gemeinſchaftlichen Geſchwindigkeit x, oder (M + m)x gleich ſeyn muß, weil kein Grund vorhanden iſt, warum von den Bewegungen MC und mc etwas verloren gehen ſollte. Folglich hat man hier eben ſo, wie oben (Th. IV. S. 837.)

$$x = \frac{MC + mc}{M + m}$$

Wenn

Wenn die gezogene oder nachfolgende Maſſe, die m ſeyn mag, in Ruhe iſt (welches der gewöhnliche Fall iſt), ſo iſt alsdann $c = o$, und man hat

$$x = \frac{MC}{M + m}.$$

Geſetzt aber, die gezogene Maſſe hätte ſchon an ſich ein Beſtreben nach der nähmlichen Richtung zu gehen, oder bewegte ſich wirklich, wie der vorangehende, ſo muß, wenn ein Zug Statt finden ſoll, ihre Geſchwindigkeit wenigſtens um etwas geringer, als die der vorangehenden, oder $c < C$ ſeyn. Denn im Fall beyde Geſchwindigkeiten einander gleich wären, ſo würde jede Maſſe für ſich mit ihrer Geſchwindigkeit ſich fortbewegen, ohne eine Wirkung auf die Bewegung der andern zu haben; und wäre $c > C$, ſo würde das Seil zwiſchen beyden nicht geſpannt, ſondern ſchlaff bleiben, daß folglich kein Zug Statt haben könnte; oder wäre die Verbindung durch eine unbiegſame Stange gemacht, ſo würde die nachfolgende geſchwindere Maſſe die vorangehende vor ſich her ſchieben, nicht von ihr gezogen werden.

Hätte endlich die Maſſe m eine Bewegung nach der entgegengeſetzten Richtung, ſo muß, wenn ſie gezogen werden ſoll, $mc < MC$ ſeyn. Wären nähmlich in dieſem Falle beyde Bewegungen einander gleich, ſo heben ſie ſich gerade auf, und es ruhen beyde Maſſen; wäre aber $mc > MC$, ſo erfolgt Bewegung nach der entgegengeſetzten Seite, und es wird nun m die vorangehende Maſſe, welche die andere M nachzieht.

Ueber dieß iſt leicht zu begreifen, daß beym Zuge alle die Veränderungen, wie beym Stoße, welche ein jeder Körper im Zuſtande des andern hervorbringt, entgegengeſetzt und gleich ſind. Der ziehende Körper ändert nicht bloß den Zuſtand desjenigen Körpers, den er ziehet, und ihn dadurch aus der Ruhe in Bewegung bringt, ſondern er verliert von ſeiner wirkenden Kraft gerade ſo viel, als er dem gezogenen mittheilt, oder als er anwenden muß, um den gezogenen fortzubewegen. Denn hier findet der Satz Statt, Wirkung

und Gegenwirkung ſind alle Mahl einander gleich, und es kann hier unmöglich, wie ſich es die Atomiſtiker vorſtellen, die Trägheit des fortgezogenen Körpers entgegenwirken. M. ſ. Gegenwirkung, Trägheit.

Wenn zwey Maſſen M und m von ungleichem Gewichte vermittelſt eines um eine Rolle gelegten Seiles mit einander verbunden ſind, ſo wird die ſchwerere Maſſe M herabſinken, und eben daher die leichtere Maſſe m ſteigen, oder von der ſchwerern Maſſe M in die Höhe gezogen werden. Hier wird nothwendig M ſo viel von ſeinem Gewichte verlieren, als m wiegt, ſo daß M nur noch mit dem Gewichte von M — m herabſinkt, oder daß die bewegende Kraft bloß M — m wäre. Weil aber die Verbindung beyder Maſſen M und m durch das Seil macht, daß beyde Maſſen mit gleicher Geſchwindigkeit ſich fortbewegen müſſen, ſo muß nun die bewegende Kraft M — m beyde Maſſen M und m zugleich in Bewegung bringen; daher iſt die beſchleunigende Kraft = $\frac{M - m}{M + m}$. Da nun dieſe Kraft eben ſo, wie die Schwere, ununterbrochen wirkt, ſo werden beyde Maſſen mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung fortgehen, jedoch ſo, als ob ſie nicht von der gewöhnlichen Schwere getrieben würden, ſondern von einer geringern, welche ſich zur gewöhnlichen, wie $\frac{M - m}{M + m} : 1$ verhielte.

Dieß Nähmliche ergibt ſich aus der allgemeinen Formel des Zugs auf dieſe Art. Man ſetze nähmlich die Geſchwindigkeit, welche die Schwere in einer gewiſſen Zeit hervorbringt, = g, ſo kann man annehmen, beyde Maſſen M und m, welche den Faden nach entgegengeſetzten Richtungen ſpannen, würden von Kräften getrieben, welche ihnen die Geſchwindigkeiten C = g und c = — g zu geben ſtreben. Setzt man nun dieſe Werthe in die allgemeine Formel für den Zug, ſo ergibt ſich die Geſchwindigkeit, welche die beyden

den Maſſen in derſelben Zeit erlangen, $x = \frac{Mg - mg}{M + m}$, welches ſich zu g wie $\frac{M - m}{M + m}$: 1 verhält.

Exemp. Es wiege die Maſſe M = 18 Pfund, m = 2 Pfund, ſo iſt die beſchleunigende Kraft $= \frac{18 - 2}{18 + 2} = \frac{16}{20}$ $= \frac{4}{5}$ der Schwere, und der Raum, durch welchen die Maſſe M in einer Sekunde ſinkt, und m in derſelben ſteigt, $= \frac{4}{5} . 15,625 = 12,5$ rheinl. Fuß. Bey wirklich angeſtelltem Verſuche würde dieſer Raum wegen der Friktion, und wegen des Widerſtandes desjenigen Mittels, worin ſich die Maſſen bewegen, um ein Beträchtliches kleiner ſeyn; über dieß auch noch darum ein Unterſchied Statt finden, weil das Gewicht des Seils mit in Betrachtung kommt, wovon während der Bewegung der niedergehende Theil immer länger und daher ſchwerer, der aufſteigende aber nach und nach kürzer und immer leichter wird. Um nun dieſe Schwierigkeit zu heben, hat Schober *) unter der obern Rolle noch eine zweyte von gleicher Größe befeſtigt, und die Schnur, wie ein Seil ohne Ende, um beyde Rollen herumgeführt. Auf dieſe Art bleibt beſtändig auf beyden Seiten der Rolle gleichviel von der Schnur, welche man alſo ganz wiegen, und annehmen kann, die Hälfte ihres Gewichtes wachſe dem M, die andere Hälfte dem m zu. Bey einem Verſuche Schober's wog die Schnur ohne Ende 8 Loth, auf einer Seite war 66 Loth = M, auf der andern Seite 64 Loth = m befeſtigt. Man nimmt an, das Reiben habe 1 Loth betragen, welches von der bewegenden Kraft M — m noch abzuziehen iſt. Daraus findet man nun die beſchleunigende Kraft $= \frac{66 - 64 - 1}{66 + 64 + 8} = \frac{1}{138}$ der Schwere. Dieſem zu Folge ſollten die Maſſen M und m in einer Sekunde durch $\frac{15,625}{138}$ rheinl. Fuß gehen, und um

*) Theorie der Ueberwucht, gegen zuverläſſige Experimente gehalten. Leipz. 1751. 8.

54 Pariſer Fuß zu durchlaufen 22,2168 Sekunden Zeit gebrauchen. Drey Verſuche gaben Schober'n für dieſe Zeit 23; 22; 22 Sekunden.

Da überhaupt die Schwere der Körper in einem Beſtreben beſteht, ſich nach der ſtärkern Anziehung hin zu bewegen, mithin der Körper dem Zuge des ſtärker ziehenden Körpers folgt; ſo ſieht man leicht, daß alle vorgetragenen Sätze überhaupt in allen Fällen ihre Anwendung finden, in welchen ſich Bewegungen beſtimmten Maſſen mittheilen, die ſich alsdann zuſammen mit einer gemeinſchaftlichen Geſchwindigkeit bewegen müſſen. Geſetzt es gäbe Beſtandtheile von negativer Schwere, und das Gewicht der poſitiv ſchweren Theile $= M$, und die bewegende Kraft, womit die negativ ſchweren aufwärts ſtrebten, $= m$ genannt würde, ſo würde das wirkliche Gewicht des ganzen Körpers $= M - m$ ſeyn. Wenn nun die negative Schwere einen jeden Theil von m eben ſo ſtark aufwärts als die poſitive jeden Theil von M herab triebe, ſo werden auch die Maſſen beyder Sorten von Beſtandtheilen durch M und m ausgedrückt werden, und beym freyen Falle eines ſolchen Körpers wird das Gewicht $M - m$ die Maſſe $M + m$ zu bewegen haben. Auf ſolche Art wird die beſchleunigende Kraft, welche den Körper zum Fallen treibt (die gewöhnliche Schwere $= 1$ geſetzt), $= \frac{M - m}{M + m}$ werden, welches den Fallraum in einer Sekunde $\frac{M - m}{M + m}$ gibt. Da nun $\frac{M - m}{M + m}$ offenbar kleiner, als 1 iſt, ſo müßte die Verbindung mit negativ ſchweren Theilen nothwendig die Beſchleunigung des Falles, mithin auch die Geſchwindigkeit des Pendels u. ſ. w. vermindern, eben ſo, als wenn die über eine Rolle an einem Faden herabhängende leichtere Maſſe m ein langſameres Herabſinken der ſchwerern Maſſe M bewirkt. Vormahls hatte Herr Gren, um gewiſſe Erſcheinungen des Verbrennens zu erklären, eine Verbindung von poſitiv und negativ ſchwerer Beſtandtheile behauptet.

hauptet. Allein die Herren Mayer und Hindenburg haben Herrn Gren vorzüglich durch die Allgemeinheit dieſes angeführten Geſetzes widerlegt.

M. ſ. Käſtner Anfangsgründe der höhern Mechanik. Abſchn. I. § 51. Abſchn. III. §. 74 u. f.

Zuleiter ſ. Elektriſirmaſchine.

Zurückprallung, Zurückwerfung.

Zurückſtoßen ſ. Abſtoßen.

Zurückwerfung, Zurückprallung, Abprallung, Zurückſpringen, Reflexion (reflexio, réflexion). Hierdurch deutet man überhaupt die Veränderung der Richtung an, welche Körper, die bewegt ſind, dadurch erleiden, daß ſie an Hinderniſſe ſtoßen, und dadurch abgehalten werden, ihre Bewegung in ihrer urſprünglichen Richtung fortzuſetzen. Es kann aber keine Zurückwerfung Statt finden, wofern nicht wenigſtens der eine Körper, entweder der ankommende, oder derjenige, der dem ankommenden in ſeiner Bewegung hinderlich iſt, einen gewiſſen Grad von Elaſticität beſitzt. Wenn es wirklich völlig unelaſtiſche Maſſen gäbe, ſo würde gar kein Zurückſpringen Statt finden können, und wenn alsdann das Hinderniß völlig unbeweglich wäre, ſo würde nach dem geraden Stoße die Bewegung des ankommenden Körpers völlig vernichtet, und folglich die Bewegung ganz aufhören. Da es aber in der Natur keinen völlig unelaſtiſchen Körper gibt, ſo wird auch jeder Körper, der in ſeiner Bewegung gegen ein Hinderniß ſtößt, Wirkungen des Zurückſpringens zeigen, wenn ſie auch ſehr klein ausfallen können.

Vermöge der Erfahrung ſpringen diejenigen Körper, welche ſenkrecht gegen ein Hinderniß ſtoßen, auch ſenkrecht wieder zurück, diejenigen aber, welche ſchief gegen dasſelbe ſtoßen, gehen unter dem nähmlichen Winkel, unter welchem ſie anſtoßen, zurück, ſo daß der Zurückwerfungswinkel dem Einfallswinkel gleich iſt.

Man nehme zuerſt an, das Hinderniß ſey vollkommen elaſtiſch, und ſeine Vorderfläche werde von einem vollkommen harten Körper ſenkrecht geſtoßen, ſo wird die Kugel einen

Eindruck in das Hinderniß machen, und die Geſtalt deſſelben ein wenig ändern. Hierbey wird nun eine gewiſſe Zeit verfließen, während deſſen die Geſchwindigkeit des bewegten Körpers eine beſtändige Verminderung erleidet, bis endlich ſeine Bewegung gänzlich aufhört, und die Veränderung der Geſtalt am Hinderniſſe das Maximum erreicht hat. Hiernächſt wird aber daſſelbe vermöge ſeiner Elaſticität ſeine vorige Geſtalt wieder annehmen, und auf den bewegten Körper eine eben ſo große Geſchwindigkeit nach entgegengeſetzter Richtung mittheilen, mit welcher er auf das Hinderniß ſtieß, ſo nähmlich, daß dieſer Körper in einem eben ſo langen kleinen Zeitraume nach und nach alle diejenigen Grade der Geſchwindigkeit, die er während des Stoßes verloren hatte, in umgekehrter Ordnung wieder erhält.

Dieß Nähmliche wird erfolgen, wenn das Hinderniß vollkommen hart, der bewegte Körper aber vollkommen elaſtiſch wäre. In dieſem Falle wird nun der ankommende Körper durch den Stoß ſeine Geſtalt ſo lange ändern, bis ſeine ganze Bewegung aufhört; alsdann ſtellt ſich vermöge ſeiner Elaſticität die vorige Geſtalt wieder her, und da dieſes wegen des unbeweglichen Hinderniſſes nicht anders erfolgen kann, als mit Fortſchiebung ſeiner Theile, ſo muß der Körper die ganze durch Stoß und Zuſammendrückung verlorene Geſchwindigkeit rückwärts wieder bekommen.

Eben dieß erfolgt endlich noch, wenn beyde, der Körper und das Hinderniß, vollkommen elaſtiſch ſind. Denn in dieſem Falle ändern beyde ihre Geſtalt ſo lange, bis die Bewegung aufhört; weil aber alsdann vermöge der Elaſticität in jedem Körper die Veränderung wieder hergeſtellt wird, welche er erlitten hat, ſo erhält auch hier der bewegte Körper eben ſo viel als er verloren hatte, d. h. ſeine ganze vorige Geſchwindigkeit rückwärts wieder.

Daſſelbe Reſultat läßt ſich auch aus den Geſetzen elaſtiſcher Körper ſehr leicht ableiten. Wenn man nähmlich in dem allgemeinen Ausdrucke (Th. IV. S. 840.) $V = 2x - C$, die eine Maſſe unbeweglich ſetzt, wodurch $x = 0$, und daher

$V =$

$V = - C$ wird, d. h., die Geſchwindigkeit iſt nach dem Stoß der vor demſelben gleich, aber entgegengeſetzt.

Wenn der bewegte Körper auf die Ebene des unbeweglichen Hinderniſſes (fig. 58.) bc in der ſchiefen Richtung dc trifft, welche mit jener Ebene den Winkel dec macht, ſo wird das Hinderniß zuerſt in k berühren, und in dasſelbe nach und nach den Eindruck kei machen, während deſſen die Geſchwindigkeit ſeines Fortganges immer mehr Verminderung erleiden. Wenn man ſich nun den Körper kugelförmig vorſtellt, ſo wird die vorangehende Hälfte derſelben hierbey nicht in ihrer Mitte, ſondern an der Seite bey k einen Widerſtand leiden; da nun auf ſolche Art an der andern gegen l zu gerichteten Seite kein Widerſtand zu gedenken iſt, ſo werden Veränderung der Geſtalt und Verminderung der Bewegung jetzt nicht nach der Richtung ed erfolgen; ſondern vielmehr nach der Richtung ki anfangen, und des Körpers wahre Bewegung ſo ändern, daß ſein Schwerpunkt von i bis h, wo die Bewegung ganz aufhört, eine krumme Linie ih beſchreibt. Von dieſem Momente an aber ſtellt ſich die Geſtalt des elaſtiſchen Hinderniſſes wieder her, und gibt den Theilen in umgekehrter Ordnung die vorige Geſchwindigkeit wieder. Der Erfolg hiervon iſt, daß der Körper von h bis g dieſe krumme Linie beſchreiben müſſe, wie hi iſt, daher der Körper in g das Hinderniß mit derſelben Geſchwindigkeit verläßt, womit er in k dasſelbe zuerſt berührte, und der Zurückwerfungswinkel aeb dem Einfallswinkel dec vollkommen gleich wird. Eben ſo leicht wird es mit den gehörigen Abänderungen begreiflich, daß dasſelbe Geſetz Statt findet, wenn das Hinderniß entweder vollkommen hart, und der ankommende Körper vollkommen elaſtiſch, oder wenn beyde Körper vollkommen elaſtiſch ſind.

Auch läßt ſich dieß erweiſen, wenn man die Bewegung des Körpers nach de in zwey Seitenbewegungen zerlegt, deren eine auf die Ebene des Hinderniſſes ſenkrecht, die andere aber mit ihr parallel geht. Dieſe Bewegungen ſind dc und df. Die erſtere dc oder fe, welche die Ebene bc

ſenkrecht trifft, wird von ſelbiger nach dem vorhin erwieſenen Geſetze der Abprallung beym ſenkrechten Stoße ſo zurückgeworfen, daß nach dem Stoße eine eben ſo geſchwinde Bewegung nach der entgegengeſetzten Richtung e f erfolgt; die andere d f erleidet gar keine Aenderung, weil ihr die Ebene nicht im Wege ſtehet; ſie dauert alſo nach dem Stoße in der Richtung d a ungeändert fort. So läßt ſich die ganze Bewegung nach dem Stoße als zuſammengeſetzt aus den beyden Seitenbewegungen e f und f a anſehen; ſie erfolgt alſo in e a der Diagonale des Rechteckes a b e f, welche wegen der Gleichheit der Dreyecke a e b und d e c der Linie d e gleich iſt, mit der Ebene b c den Winkel b e a = d e c macht, und in der erweiterten Ebene d e c oder d f e liegt, ſo daß hieraus folgendes allgemeines Geſetz der Zurückwerfung erhellet.

Der Weg des abprallenden Körpers liegt in einer Ebene, welche durch die Linie d e, nach welcher der Körper auffiel, auf die zurückwerfende Ebene b c ſenkrecht ſteht, und macht mit der letztern einen eben ſo großen Winkel, als denjenigen, unter welchem der Körper auffiel; auch wird der neue Weg e a mit derſelben Geſchwindigkeit, wie der vorige d e, zurückgelegt.

Dieß Geſetz begreift auch denjenigen Fall in ſich, da der Körper ſenkrecht auf das Hinderniß ſtößt, und in derſelben Linie gleich geſchwind zurückgeht, wobey f e c und f e b beydes rechte Winkel werden.

Kürzer wird dieß Geſetz ſo ausgedrückt: der zurückgeworfene Körper bleibt in der Zurückwerfungsebene durch d e und f e (dem Einfallsloth), behält ſeine vorige Geſchwindigkeit, und dabey iſt der Zurückwerfungswinkel a e b dem Einfallswinkel d e c gleich. Hierbey wird unter dem Einfallswinkel derjenige Winkel verſtanden, welchen der Weg des auffallenden Körpers mit der zurückwerfenden Fläche macht. Wenn man darunter den Winkel f e d verſtehen will, welchen dieſer Weg mit dem Einfallslothe macht, und welcher die Ergänzung des vorigen zu 90 Grade iſt (wie bey der Lehre

Lehre vom Lichte zu geſchehen pflegt. M. ſ. Einfallswinkel), ſo muß man in dem Geſetze der Zurückwerfung auch ſtatt des Zurückwerfungswinkels a e b ſein Complement a e f zu 90° ſetzen.

Dieß Geſetz hat freylich nur bey Körpern Statt, welche als vollkommen elaſtiſch angenommen werden können. In der Natur gibt es aber dergleichen nicht; daher erlangt in der Ausübung der zurückprallende Körper nicht völlig ſeine vorige Geſchwindigkeit wieder, folglich wird e a etwas kleiner, als d e. Und da e b unverändert bleibt, ſo wird der Zurückwerfungswinkel a e b etwas kleiner, als der Einfallswinkel d e c war. Außer dem ſind auch noch andere gewöhnliche Hinderniſſe, Reiben und Widerſtand der Luft vorhanden, welche dieß Geſetz in etwas abändern. Dem Geſetze gemäß ſollte eine vollkommen elaſtiſche Kugel, welche man auf einen feſten Boden fallen läßt, eben ſo hoch zurückſpringen, als ſie herabfiel; von dieſer Höhe müßte ſie dann zum zweyten Mahle herabfallen, und abermahls ſo hoch zurückſpringen u. ſ. w.; ſo daß ihr abwechſelndes Fallen und Aufſpringen der Regel nach unvermindert ins Unendliche fortdauern ſollte. Allein die Unvollkommenheit der Elaſticität und die Hinderniſſe der Bewegungen verurſachen, daß die Höhen, auf welche ſie ſpringt, nach und nach immer kleiner werden, und daß ſie zuletzt ganz auf dem Boden ruhend bleibt. Eben dieß zeigt ſich auch beym ſchiefen Abſpringen.

Indeſſen wird man in ſolchen Fällen, wo ſo wohl der bewegte Körper, als auch das Hinderniß, wogegen er ſtößt, einen hohen Grad von Elaſticität beſitzen, beym erſten Abprallen keine ſonderliche Abweichung von der Regel wahrnehmen, wie z. B. bey der Abprallung der elfenbeinernen Kugeln an den Banden des Billards. Hier ſind Einfallswinkel und Zurückwerfungswinkel genau einander gleich, beſonders wenn die Geſchwindigkeit noch groß iſt, und durch Friktion und Umdrehung um die Achſe u. ſ. f. im Momente des Abprallens nicht merklich geändert wird. In der Experimentalphyſik pflegt man ſich, um das Geſetz der Reflexion

zu

zu verſinnlichen, eines kleinen Billards zu bedienen, auf welchem man der zurückprallenden Kugel den Weg, welchen ſie nehmen muß, vorzeichnet, indem man den Reflexionswinkel eben ſo groß, als den Einfallswinkel, macht.

Ueberhaupt fällt das Geſetz des Zurückprallens bey unzähligen Fällen ſo deutlich in die Augen, daß es nur geringe Aufmerkſamkeit erfordert, es ſo gleich wahrzunehmen. Daher mußte es ſehr frühzeitig entdeckt werden, und es war den Alten längſt bekannt, nur irrten ſie darin, daß ſie es als ein für alle mögliche Körper allgemein geltendes Bewegungsgeſetz annahmen.

Dieſer Irrthum verleitete den Descartes, alles Zurückſpringen überhaupt als unmittelbare und nothwendige Folge der gehinderten vorigen Bewegung zu betrachten, und auf Elaſticität, von welcher er ohnehin keinen richtigen Begriff hatte, hierbey gar keine Rückſicht zu nehmen. Er betrachtete nähmlich die Bewegung durch fe nicht als das Entgegengeſetzte der vorigen Bewegung durch ef; er betrachtete vielmehr beyde Bewegungen als gleichartig, und die Ruhe als das Entgegengeſetzte von beyden, und legte dem Körper die Bewegung als etwas Weſentliches bey, das ihn hinderte, in Ruhe zu kommen, und ihn nöthigte, rückwärts zu gehen, wenn er weiter vorwärts zu gehen gehindert werde. Beym ſchiefen Stoße glaubte er, werde derjenige Theil der Bewegung, welcher auf die Ebene des Hinderniſſes ſenkrecht treffe, zurückgewendet, und verbinde ſich nachher mit dem andern unveränderten Theile ſo, daß daraus das Abprallen unter gleichem Winkel erfolge. Hierbey macht er keinen Unterſchied unter elaſtiſchen und unelaſtiſchen Körpern, und leitet Alles aus der fortdauernden Kraft, ſich zu bewegen, her, welche den Körper nicht ruhen laſſe, ſondern rückwärts treibe, wenn er vorwärts durch ein Hinderniß gehemmt werde. Er nahm alſo auch keinen Zeitraum an, durch welchen das Zurückprallen daure, ſondern ließ ſie in dem einzigen Augenblicke der Berührung geſchehen, und den Körper ſeine Geſchwindigkeit ohne alle Veränderung behalten.

Erſt

Erſt die Erfinder der wahren Geſetze des Stoßes machten den richtigen Unterſchied zwiſchen den harten und elaſtiſchen Körpern, und betrachteten alle Zurückwerfung als Folge der Elaſticität. **Wren** und **Huygens** bemerkten ganz richtig, daß Bewegung nach entgegengeſetzter Richtung nicht anders erfolgen kann, als durch Ruhe, und daß die Bewegungen durch fe und ef ſich wie entgegengeſetzte Größen verhalten, deren eine in die andere ſich nicht anders, als vermittelſt eines Ueberganges durch Null, verwandelt. Dieſen Vorſtellungen gemäß wird die vorige Bewegung des anſtoßenden Körpers durch das Hinderniß mit Veränderung der Geſtalt nach und nach aufgehoben, bis endlich ein Augenblick der Ruhe erfolgt, und von dieſem Augenblicke an eben ſo allmählich durch Wiederherſtellung der Geſtalt die entgegengeſetzte Bewegung hervorbringt, und das Abprallen veranlaßt. Hier dauert die Reflexion durch einen Zeitraum, in deſſen erſter Hälfte die Geſchwindigkeit des Körpers bis auf Null abnimmt, in der andern Hälfte aber ſtufenweiſe eine gleiche Geſchwindigkeit nach entgegengeſetzter Richtung erzeugt wird. Auch wird nun das Zurückſpringen lediglich eine Folge der Elaſticität, und findet nur in dem Grade Statt, in welchem die Körper elaſtiſch ſind.

Man kann erweiſen, daß unter allen Wegen, welche den Körper (fig. 59.) von irgend einem Punkte e zu einem andern d ſo führen, daß er vorher die Ebene ab trifft, und dann erſt nach d geht, derjenige Weg der kürzeſte mögliche ſey, welcher durch zwey gerade Linien ec, cd bezeichnet wird, die mit den beyden aus d und e auf ab gefällten Lothe da und eb in einerley Ebene liegen, und ſich gegen die Ebene ab unter gleichen Winkeln x und y neigen. Denn vors erſte müſſen die Linien, welche auf ſolche Art von e nach c und von c nach d gehen, gerade ſeyn, wenn der Weg ec + cd der kürzeſte mögliche ſeyn ſoll; und dann muß der Punkt c, durch welchen der kürzeſte Weg führt, in der Linie ab liegen, welche die Endpunkte der beyden Lothe eb und da verbindet; denn läge er außer dieſer Linie, etwa in g, über oder unter der

Fläche

Fläche des Papiers, ſo könnte man von g auf a b die ſenkrechte d f ziehen, und weil alsdann in den rechtwinkeligen Dreyecken e g f und d g f die Seiten d f und e f kürzer, als die Hypothenuſen. d g und g e, ſeyn würden, ſo wäre der Weg durch e f d kürzer, als der durch e g d, mithin der vorausgeſetzte durch den Punkt g führende nicht der kürzeſte.

Es iſt daher noch zu unterſuchen, wo c auf der Linie a b zu nehmen ſey, damit der Weg e c + c d ein **Kleinſtes** werde. Man ſetze nun das Loth $eb = \alpha$, das Loth $da = \beta$, den Abſtand $ab = \gamma$, und des Punktes c Entfernung von b oder $cb = z$, ſo wird $ca = \gamma - z$. Man hat alsdann in den rechtwinkeligen Dreyecken d a c und c e b

$$ec^2 = cb^2 + be^2 = z^2 + \alpha^2$$
$$dc^2 = ad^2 + ac^2 = \beta^2 + (\gamma - z)^2,$$

woraus die Differenziale von e c und d c

$$d\,.\,ec = \frac{z\,dz}{ec} \text{ und } d\,.\,dc = \frac{(\gamma - z)\,dz}{dc}$$

gefunden werden. Soll nun e c + d c ein Minimum werden, ſo muß die Summe dieſer Differenziale = 0, folglich

$$\frac{z}{ec} = \frac{\gamma - z}{dc} \text{ ſeyn.}$$

Die Betrachtung der Figur zeigt aber, daß von dieſen beyden Ausdrücken der erſte der Coſinus des Winkels y, der letzte der Coſinus des Winkels x ſey. Daraus ergibt ſich, daß der Weg e c + d c der kürzeſte mögliche iſt, wenn der Punkt c ſo genommen wird, daß die Coſinus der Winkel x und y, oder welches eben ſo viel iſt, dieſe Winkel ſelbſt einander gleich werden.

Der zurückprallende Körper aber nimmt dem Geſetze der Reflexion gemäß einen geradlinigen Weg, welcher in der Ebene bleibt, in welcher die aus ſeiner Bahn auf die Ebene des Hinderniſſes gefällten ſenkrechten Linien liegen, und in welchem die Winkel x und y gleich ſind. Er wird demnach von jedem Punkte ſeiner Bahn zum andern auf dem kürzeſten Wege unter allen möglichen geführt. Verſteht man

mit

mit **Maupertuis** unter Größe der Wirkung das Produkt aus Maſſe, Raum und Geſchwindigkeit, ſo folgt, daß hier, wo Maſſe und Geſchwindigkeit keine Aenderung leiden, mithin die Größe der Wirkung allein vom Raume abhängt, auch die Wirkung ein Kleinſtes ſey, daß mithin die Natur bey der Zurückwerfung das Geſetz der Sparſamkeit befolge. M. ſ. **Wirkung.** Dieſer Satz iſt alſo eine merkwürdige Folge aus den bisher angeſtellten Betrachtungen; allein es würde zweckwidrig ſeyn, dieſen Satz nach Art **Maupertuis** als Grundſatz anzunehmen, und das Geſetz der Reflexion daraus beweiſen zu wollen.

M. ſ. **Käſtner** Anfangsgründe der höhern Mechanik. Abſchn III. §. 13 f.

Zurückwerfung der Lichtſtrahlen, Reflexion des Lichtes, Zurückſtrahlung (reflexio radiorum lucis, réflexion de la lumière) heißt das Zurückgehen des Lichtes, welches auf Flächen ſolcher Körper fällt, welche entweder ganz, oder doch in einigem Grade undurchſichtig ſind. Stellt man ſich vor, daß (fig. 60.) von dem leuchtenden Punkte d ein Lichtſtrahl in der Richtung de auf die undurchſichtige Fläche bc auffällt, ſo wird dieſer nach ea reflektirt. Iſt die Fläche bc zugleich glatt, ſo gehen die auffallenden Strahlen in eben der Ordnung wieder zurück, als ſie auffielen, und zeigen dem Auge Bilder der Objekte, von welchen ſie herkommen; eine rauhe Oberfläche hingegen wirft das Licht ſo unordentlich und nach ſo mancherley verſchiedenen Richtungen zurück, daß das Auge auf ihr keine Bilder der Gegenſtände wahrnimmt, ſondern nur Erleuchtung bemerkt, wodurch die Fläche ſelbſt ſichtbar wird. M. ſ. **Spiegel Bild.** Hierauf gründen ſich die Erſcheinungen des Sehens durch Spiegel.

Zur Beſtimmung des Geſetzes der Zurückſtrahlung dienen folgende Betrachtungen: es ſey de der einfallende Lichtſtrahl, und ef eine auf der Ebene bc durch den einfallenden Punkt e ſenkrechte Linie. Dieſe ſenkrechte Linie heißt das **Einfallsloth** oder **Neigungsloth** (**catheтus incidentiae**).

tiae), der Winkel, welchen der einfallende Strahl m Neigungslothe macht, oder β der **Einfallswinkel** (lus incidentiae), der Winkel, den der zurückgeworfene e a mit dem Neigungslothe macht, oder α der **Zurück fungs- oder Reflexionswinkel.** Sehr oft werden auch diejenigen Winkel, welche der einfallende und geworfene Strahl mit der Ebene bc ſelbſt nahm, oder Winkel γ und δ, welche die Ergänzungen von β und 90 Graden ſind, die Einfalls- oder Neigungs- und Reflex winkel genannt. M. ſ. **Zurückwerfungswinkel.** Ebene durch das Einfallsloth und den einfallenden Lichtſt oder die erweiterte Ebene des Einfallswinkels heißt die **flexions- oder Zurückwerfungsebene** (planum r xionis). Das Geſetz der Zurückſtrahlung iſt nun folgen

1. **Wenn der Lichtſtrahl von einer undurchſi tigen Fläche reflektirt wird, ſo machen der einf lende und zurückgeworfene Lichtſtrahl mit der F che ſelbſt, mithin auch mit dem Einfallslothe, gl che Winkel, oder der Zurückwerfungswinkel iſt d Einfallswinkel gleich.**

2. **Der zurückgeworfene Strahl bleibt in d Reflexionsebene,** welches in der Figur die Fläche des P piers iſt. Es iſt daher bey katoptriſchen Verzeichnungen e laubt, die reflektirten Strahlen in der Ebene des Papie fortgehen zu laſſen, wenn nur die einfallenden Strahlen mi dem Neigungslothe ebenfalls in dieſer Ebene liegen.

Dieſes Geſetz wird durch Erfahrung auf mannigfaltig Art beſtätiget. Wenn man ein Objekt in einem Planſpie gel betrachtet, ſo laſſen ſich aus dem Auge und aus dem Objekte gerade Linien nach dem Punkte des Spiegels, hin ter dem es erſcheint, ziehen, die mit der Ebene des Spie gels gleiche Winkel machen. Dieſe Linien ſind aber die Wege, welche die zurückgeworfenen und einfallenden Licht ſtrahlen nehmen. Gedenkt man ſich eine Ebene abcd auf einer ebenen Spiegelfläche bc ſenkrecht, nimmt eb = ec, und errichtet auch b und c gleiche ſenkrechte Linien ba und cd,

ſo

aß die Winkel δ und γ gleich werden, ſo wird ein leuchten-
Gegenſtand in einem Punkte der Linie d e einem Auge, wel-
s ſich in der Linie a e befindet, im Spiegel in der verlänger-
a e liegen, und nicht mehr geſehen werden, wenn man den
nkt e bedeckt. In einem verfinſterten Zimmer, wo man dem
tſtrahle den Weg, den er nehmen ſoll, vorſchreiben kann,
gt ſich die Richtigkeit dieſes Geſetzes noch deutlicher. Auch
nmen alle auf daſſelbe gebauete Theorien und Erklärungen
t der Erfahrung vollkommen überein. M. ſ. die Artikel:
piegel, Hohlſpiegel, Brennſpiegel, Regenbogen.

Das Geſetz der Gleichheit des Einfalls- und Reflexions-
inkels iſt ſehr frühzeitig entdeckt, und von den Alten häufig
geführt worden. Wer es zuerſt bemerkt habe, iſt unbe-
nnt. Uebrigens kommt dieß Geſetz ganz mit dem allge-
einen Geſetze überein, nach welchem Körper von unbeweg-
nen Hinderniſſen vermittelſt der Elaſticität reflektirt werden.
M. ſ. **Zurückwerfung.** Daher kommt es, daß man die
urückſtrahlung als eine Wirkung des Stoßes betrachtete, wel-
en das Licht auf undurchdringliche Hinderniſſe erleidet. **Car-
teſius**, welcher überhaupt die Reflexion als weſentliche Folge
er Bewegungskraft anſah, erklärte die Zurückſtrahlung eben
, wie jede Zurückwerfung feſter Körper. Nach ſeiner Mei-
ung geht ein ſenkrecht anſtoßender Lichtſtrahl in ſich ſelbſt
urück, weil ſich das ſtoßende Lichttheilchen gerade rückwärts
ewegen muß, da es vorwärts zu gehen gehemmt wird, und
och vermöge ſeiner Bewegungskraft nicht ruhen kann; fällt
er Lichtſtrahl ſchief auf, ſo läßt ſich dieſe Bewegung nach
wey Richtungen zerlegen, ſo daß ein Theil auf die zurückwer-
ende Fläche ſenkrecht, der andere mit ihr parallel iſt; nach je-
ner wird das Licht ſenkrecht reflektirt, nach dieſer behält es ſeine
vorige Bewegung unverändert bey; aus beyden entſteht eine
neue zuſammengeſetzte Bewegung nach einerley Diagonale,
welche mit der reflektirenden Fläche ſelbſt auf der entgegen-
geſetzten Seite einen eben ſo großen Winkel macht, als der
Weg des einfallenden Strahls mit eben derſelben Fläche auf
jener Seite bildete.

Auch **Huygens**, der Erfinder der Geſetze des Stoßes, betrachtete die Zurückſtrahlung als eine Wirkung des Stoßes. Nach ihm beſteht das Licht aus wellenförmig fortgepflanzten Schwingungen eines elaſtiſchen Mittels, und geht nach Linien fort, auf welchen die neben einander liegenden Reihen der einzelnen Schwingungen oder ihrer Mittelpunkte ſenkrecht ſtehen. M. ſ. **Brechung der Lichtſtrahlen.** Da nun jedes elaſtiſche Theilchen, wenn es an eine Fläche ſtößt, unter gleichem Winkel reflektirt wird, ſo werden auch ganze Reihen ſolcher Theilchen nach eben dem Geſetze zurückgeworfen, und der Fortgang des Lichtes ſelbſt nimmt einen Weg, der ſich nach eben dieſer Regel richtet. Dieſe Erklärung der Zurückſtrahlung hat **Euler** *) in ſein Syſtem aufgenommen; und da durch dieſes Zurückwerfen bloß die Richtung, nicht aber die Geſchwindigkeit geändert wird ſo erklärt er daraus, warum bey der Zurückſtrahlung keine Farbenzerſtreuung entſteht, weil nähmlich die Pulſus bloß ihre Richtung ändern, ohne in ihren Abſtänden von einander und in ihrer ſchnelleren oder langſameren Succeſſion, wovon die Farben abhangen, die mindeſte Veränderung zu leiden. Uebrigens unterſcheidet **Euler** noch ſpiegelnde und bloß erleuchtete Flächen ſo von einander, daß jene die anſtoßenden Pulſus ſelbſt reflektiren, wodurch im Auge die Erſcheinung des Bildes entſteht, dieſe hingegen durch den anſtoßenden Aether ſelbſt in neue Schwingungen gerathen und ſelbige bis zum Auge fortpflanzen, wodurch ſie ſelbſt als erleuchtete Flächen mit ihrer eigenthümlichen Farbe ſichtbar werden. M. ſ. **Licht.**

Obgleich dieſe mechaniſche Erklärung ſehr einfach zu ſeyn ſcheint, ſo finden ſich doch bey genauerer Betrachtung Schwierigkeiten, welche ſchwerlich gehoben werden können. Wenn man alle Umſtände der Erſcheinungen gehörig unterſucht, ſo wird man es mit **Newton** *) nicht mehr wahrſcheinlich finden, daß die Zurückſtrahlung eine Wirkung des Stoßes der Lichtſtrahlen an undurchſichtige Flächen ſey. Vielmehr kommen bey der Reflexion des Lichtes Umſtände vor, welche ſich aus dem

*) Optice. Lib. II. Part. III. prop. VII.

dem Anſtoßen des Lichtes gar nicht erklären laſſen. Newton's Gründe, warum die Zurückſtrahlung nicht in dem Anſtoßen des Lichtes beſtehen könne, ſind folgende:

1. Beym Ausgange des Lichtes aus Glas in Luft wird es ſo ſtark zurückgeworfen, als beym Eingange deſſelben aus Luft in Glas, ja zuweilen ſtärker als beym Ausgange aus Glas in Waſſer. Es iſt aber nicht wahrſcheinlich, daß die Luft Theile beſitzen ſollte, welche zur ſtärkern Zurückwerfung des Lichtes geſchickter wären, als das Waſſer oder das Glas. Wollte man ſich dieß auch ſo gedenken, ſo würde daraus weiter kein Vortheil entſpringen; denn die Zurückwerfung iſt eben ſo ſtark und noch ſtärker, wenn man die Luft von der Hinterfläche des Glaſes wegnimmt.

2. Wenn das Licht, indem es aus Glas in Luft übergehen will, unter einem ſchiefern Winkel, als 40 oder 41 Grade, einfällt, ſo wird es ſämmtlich zurückgeworfen; fällt es aber unter einem kleinern Winkel ein, ſo wird der größte Theil deſſelben durchgelaſſen. Man könne doch, ſagt Newton, unmöglich behaupten, daß das Licht, wenn es unter einem gewiſſen ſchiefen Winkel einfalle, ſo viele Durchgänge in der Luft antreffe, daß der größte Theil deſſelben ungehindert durchgehen könne, da es im Gegentheil, wenn es unter einem andern ſchiefen Winkel einfalle, nur undurchdringliche Theile der Luft treffen ſollte, welche den Durchgang deſſelben verhinderten; beſonders da es beym Ausgange aus Luft in Glas, ſo ſchief es auch einfalle, beſtändig ſo viele Durchgänge antreffe, daß es größten Theils durchs Glas gehe.

3. Wenn man die Farben, welche durch ein Prisma im dunkeln Zimmer von einander abgeſondert ſind, nach und nach auf ein zweytes Prisma, in einer ziemlichen Entfernung von dem erſtern, und alle unter denſelben Neigungswinkeln gegen dasſelbe fallen läßt, ſo kann man dieſes zweyte Prisma gegen die einfallenden Strahlen ſo ſtellen, daß die blauen alle zurück, die rothen aber größten Theils durchgehen. Würde nun die Zurückſtrahlung von dem Anſtoßen auf undurchdringliche Luft- oder Glastheilchen verurſacht, ſo fragt Newton,

warum bloß die blauen Strahlen auf undurchdringliche Theile treffen, die ſie zurückſenden, die rothen aber Durchgänge genug finden?

4. Wenn die Zurückſtrahlung bloß durch den Anſtoß auf undurchdringliche Theile bewirkt würde, ſo wäre es unmöglich, daß dünne Scheiben oder Blaſen an ein und der nähmlichen Stelle Strahlen von einer gewiſſen Farbe zurückwerfen, und die von einer andern Farbe durchlaſſen. Denn man könne ſich auf keine Weiſe gedenken, es geſchähe zufälliger Weiſe, daß an einer Stelle gewiſſe Strahlen, z. B. die blauen, auf die undurchdringlichen Theile des Körpers ſtießen, und die rothen Durchgänge fänden; hingegen an einer andern Stelle, wo der Körper etwas dicker oder dünner iſt, die blauen Strahlen auf Durchwege, die rothen auf undurchdringliche Theile ſelbſt träfen.

5. Wenn die Lichtſtrahlen vom Anſtoßen auf undurchdringliche Theilchen zurückgeworfen würden, ſo könnten ſie von polirten Körpern nicht ſo regelmäßig zurückgehen, als es wirklich geſchieht. Denn wenn man Glas mit Sand, Smergel und Tripel polirt, ſo muß man nicht glauben, daß durchs Reiben mit dieſen Materien die kleinſten Theilchen deſſelben alle ſo platt werden, daß ſie zuſammen eine vollkommene Ebene oder Kugelfläche bildeten. Durch die feinſte Politur werden dem Glaſe nur die Ungleichheiten ſo weit benommen, daß ſie nicht ins Auge fallen. Würde alſo das Licht durchs Anſtoßen an die undurchdringlichen Theile des Glaſes zurückgeworfen, ſo müßte es von einem vollkommen polirten Glaſe eben ſo unordentlich zerſtreuet werden, wie von einem ungeſchliffenen. Es bleibt alſo noch die Frage, wie polirtes Glas das Licht ſo ordentlich reflektiren könne, als es in der That geſchieht? Dieſe Frage läßt ſich ſchwerlich befriedigender beantworten, als daß man annimmt, die Zurückſtrahlung werde nicht von einem einzigen Punkte des zurückwerfenden Körpers, ſondern von einer gewiſſen über der ganzen Oberfläche deſſelben verbreiteten Kraft verurſacht, durch welche er auf den Lichtſtrahl, ohne ihn zu berühren, wirkt. Daß aber die

Theile

Theile der Körper auf das Licht in einiger Entfernung wirken, erhellet aus den Erſcheinungen der Beugung des Lichtes. M. ſ. **Beugung des Lichtes.**

Newton fiel zuerſt darauf, anziehende und zurückſtoßende Kräfte in den Körpern anzunehmen, welche ſchon in einer gewiſſen Entfernung von denſelben auf das Licht wirkten, und ſuchte aus dieſen Vorausſetzungen die Zurückwerfung und Brechung des Lichts herzuleiten. Um nun hier Wiederhohlungen zu vermeiden, verweiſe ich auf den Artikel **Brechung der Lichtſtrahlen.** Seine Gründe der Behauptung, daß Zurückſtrahlung und Brechung von einerley Urſache herrühre, ſind dieſe: 1) wenn Licht aus Glas in Luft in der größt möglichſten ſchiefen Richtung geht, und die Schiefe des Einfallens wird ein wenig größer, ſo wird das Licht ſämmtlich zurückgeworfen. Denn die Kraft des Glaſes, nachdem ſie das Licht ſo ſchief als möglich gebrochen hat, wird zu ſtark, wenn es noch ſchiefer auffällt, als daß noch Strahlen durchgehen könnten; daher alsdann eine gänzliche Zurückwerfung erfolgt; 2) das Licht wird von dünnen Glasſcheiben wechſelsweiſe vielmahl nach einander zurückgeworfen und durchgelaſſen, ſo wie die Dicke des Glasſcheibchens in arithmetiſcher Progreſſion zunimmt. Denn hier hängt es von der Dicke des Glaſes ab, ob die Kraft, womit das Glas auf das Licht wirkt, die Zurückwerfung bewirken, oder es durchlaſſen ſoll; 3) weil diejenigen Oberflächen der Körper, welche das Licht am ſtärkſten brechen, es auch am ſtärkſten zurückſenden.

Endlich bemerkt **Newton** noch, daß wenn die Zurückwerfung des Lichts nicht vom Anſtoßen auf die undurchdringlichen Theilchen der Körper, ſondern von einer andern Urſache abhinge, alsdann vermuthlich alle Strahlen, welche auf die undurchdringlichen Theile ſtoßen, nicht zurückgeworfen, ſondern erſtickt und gänzlich zernichtet werden. Außer dem müßte man ſich, ſagt er, zweyerley Arten der Zurückwerfung des Lichts gedenken. Denn würden alle Strahlen, welche auf die innern Theile durchſichtigen Waſſers oder Kry-

ſtalles treffen, zurückgeworfen, ſo würden die Körper nicht hell und durchſichtig, ſondern trübe und dunkel ſcheinen. Ferner, wenn Körper ſchwarz ſehen ſollen, ſo müſſen ſehr viele Strahlen von ihnen aufgefangen, verſchluckt werden, und in ihrem Innern ſich verlieren; es ſcheint aber nicht anders wahrſcheinlich zu ſeyn, daß Strahlen verſchluckt werden und verloren gehen können, als wenn ſie gegen die undurchdringlichen Theile der Körper ſtoßen. Hieraus, ſagt er ferner, könne man einſehen, daß Körper viel lockerer wären und weit mehrere Zwiſchenräume hätten, als man ſich gewöhnlich vorſtelle.

Photometriſche Unterſuchungen über die Zurückſtrahlung finden ſich unter dem Artikel **Licht**.

M. ſ. Käſtner Anfangsgründe der Katoptrik. §. 8. u. f. *Montucla* hiſtoir des mathematiques. Tom. II. P. IV. L. IX. art. 6. Fiſcher's Geſchichte der Phyſik. Th. II. Abſchn. II. Kap. I. und Th. III. Abſchn. II. Kap. I.

Zurückwerfungsebene (planum reflexionis, plan de réflexion) heißt diejenige Ebene, welche bey der Zurückwerfung der Körper oder des Lichts durch den Weg des auffallenden Körpers oder des einfallenden Lichtſtrahls und des Neigungslothes geht. In dieſer Ebene bleibt auch der zurückgeworfene Körper, oder der zurückgeworfene Lichtſtrahl. M. ſ. **Zurückwerfung, Zurückwerfung der Lichtſtrahlen.**

Zurückwerfungswinkel, Reflexionswinkel (angulus reflexionis, angle de réflexion). Hierunter verſteht man gewöhnlich denjenigen Winkel, welchen der Weg des zurückgeworfenen Körpers oder des zurückgeworfenen Lichts mit der reflektirenden Ebene macht. Dieſer Winkel iſt vermöge des Geſetzes der Zurückwerfung dem Einfallswinkel gleich.

Beym Lichte iſt es doch noch gewöhnlicher, unter dem Zurückwerfungswinkel denjenigen Winkel zu verſtehen, welchen der reflektirte Strahl mit dem Einfallslothe macht. Alsdann iſt aber der Einfallswinkel derjenige, welchen der einfallende Strahl mit dem Einfallslothe bildet.

Zuſammendrückung ſ. Verdichtung.
Zuſammenhang ſ. Cohäſion.
Zuſammenkunft ſ. Aſpekten.

Zuſammenſetzung (ſyntheſis, compoſitio, compoſition) heißt die Verbindung mehrerer Theile zu einem einzigen Ganzen oder Körper. Weil die Theile der Körper von einer doppelten Art ſind, entweder unter ſich und mit dem Ganzen gleichartig oder ungleichartig, m. ſ. Theile der Körper, ſo findet auch eine doppelte Art von Zuſammenſetzung Statt. Werden nähmlich gleichartige Theile durch bloßes Nebeneinanderlegen ſo mit einander verbunden, daß das Ganze einerley Natur und Beſchaffenheit mit ſeinen Theilen hat, wie z. B. wenn Waſſer zu Waſſer gebracht wird, ſo heißt dieß eine Zuſammenhäufung (aggregatio, ſyntheſis mechanica); wenn hingegen ungleichartige Beſtandtheile durch chemiſche Einwirkung auf einander ſich ſo mit einander vereinigen, daß ſie einen Körper von eigener Natur und Beſchaffenheit bilden, ſo heißt dieß eine Miſchung (mixtio, ſyntheſis chemica).

Zuſammenſetzung der Kräfte und Bewegungen (compoſitio virium et motus, compoſition des forces et du mouvement). Wenn die Richtungen mehrerer Bewegungen Winkel mit einander machen, ſo entſteht hieraus eine Bewegung nach einer gewiſſen zwiſchen die vorigen fallenden Richtung, welche man eine zuſammengeſetzte Bewegung nennt. Weil man nun eine jede Bewegung als Wirkung einer gewiſſen Kraft betrachten kann, ſo folgt hieraus, daß es Fälle gibt, daß zwey oder mehrere Kräfte, welche an irgend einer Stelle nach verſchiedenen Richtungen wirken, das nähmliche ausrichten, was eine einzige Kraft vermag, welche nach einer gewiſſen, zwiſchen jene fallenden Richtung wirkte.

Wenn (fig. 55.) im Körper a zwey gleichförmige Bewegungen zugleich hervorgebracht und unterhalten werden, deren eine derſelben in einer beſtimmten Zeit durch den Raum ad, die andere in derſelben Zeit durch ac führen würde, ſo

 entſteht

entſteht aus beyden eine zuſammengeſetzte Bewegung, welche ihn in eben der Zeit durch a b, die Diagonale des Parallelogramms a c b d, führen würde. M. ſ **Bewegung, zuſammengeſetzte.** Gedenkt man ſich nun die Bewegungen durch a d und a c als Wirkungen von Kräften, deren Richtungen nach a d und a c gehen, und deren Größen ſich wie dieſe Linien verhalten, ſo wird natürlich die zuſammengeſetzte Bewegung a b als eine Wirkung einer Kraft vorgeſtellt werden können, deren Richtung nach a b geht, und deren Größe ſich zu den beyden vorigen wie a b zu a d und zu a c verhält. Hier muß alſo die Kraft nach der Richtung a b eben das ausrichten, was die beyden Kräfte nach den Richtungen a d und a c zuſammen bewirken. Eine ſolche Verbindung mehrerer einfachen Bewegungen zu einer zuſammengeſetzten, oder mehrerer Kräfte zu einer einzigen, welche eben ſo wirkt, wie jene alle zuſammen, heißt **Zuſammenſetzung der Bewegungen und der Kräfte.** Bey den Kräften beſonders heißen auch die zuſammenkommenden ſelbſt und ihre Richtungen die **äußern**, die aus allen zuſammen entſpringende die **mittlere Kraft**, und ihre Richtung die **mittlere Richtung.**

Von der Zuſammenſetzung der Bewegung iſt bereits unter dem Artikel **Bewegung, zuſammengeſetzte**, gehandelt worden. Auch iſt daſelbſt gezeigt, worauf es hierbey vorzüglich ankomme, um ſie gehörig zu erklären und einzuſehen.

Man hat die Zuſammenſetzung durch einen Verſuch, welcher ebenfalls unter dem Artikel, **Bewegung**, angeführt iſt, zu zeigen geſucht, und daraus zu folgern geglaubt, daß ſich dagegen gar nichts einwenden laſſe. Allein bey dieſem Verſuche wird vorausgeſetzt, daß der Körper a nur alsdann die Diagonale a b durchlaufen wird, wenn man ihn wirklich in jeder Stelle ſeines Weges gleich ſtark und gleich ſchnell nach Richtungen fortſchiebt, die mit a d und a c parallel ſind. Nun entſteht aber die Frage, ob er noch eben das thun wird, wenn ihm die Geſchwindigkeiten nach a d und a c

auf

auf einmahl im Punkte a mitgetheilt werden, ohne auf ſeine Bewegung weiter zu wirken? Der angeführte Verſuch entſcheidet das letzte nicht, und iſt nur auf das erſte anwendbar.

Daher hat man diejenigen mit Recht getadelt, welche den Grundſatz von der zuſammengeſetzten Bewegung ohne allen weitern Beweis allzu weit ausgedehnt, und die ganze Mechanik daraus herzuleiten geſucht haben. Dahin gehört **Varignon** und ſelbſt **Newton**, welcher in ſeinen Principien die Theorie des Winkelhebels auf den Satz von zuſammengeſetzten Bewegungen und Kräften gründet. M. ſ. **Winkelhebel**.

Andere, als **Daniel Bernoulli**, und **d'Alembert** haben Beweiſe zu geben verſucht, welche auch für den Fall gelten ſollten, wenn der Körper während der Bewegung ganz ſich ſelbſt überlaſſen bleibt. Gegen den Beweis des **Bernoulli** iſt erinnert worden, er ſey zu weitläuftig und enthalte unerwieſene Vorausſetzungen. **D'Alembert** ſtellt ſich vor, der Körper liege auf einer Fläche, welche ſich in einem Falze der Bewegung gleichförmig entgegenſchiebe, während der Falz ſelbſt mit der Fläche zugleich der andern Bewegung ebenfalls gleichförmig entgegengeſchoben werde. Hierbey müßte der Körper a in abſoluter Ruhe bleiben, weil ſeine beyden Bewegungen durch die entgegengeſetzten, die ihm die Fläche gibt, gerade aufgehoben werden. Weil nun die Fläche geſchoben werden ſoll, d. h., weil immerfortwirkende Kräfte ſie gleichförmig bewegen ſollen, ſo wird ſie ſich nach der Diagonale ba bewegen, und der Körper, der in abſoluter Ruhe iſt, wird auf ihr die Linie ab beſchreiben. Allein hierin liegt offenbar Vorausſetzung deſſen, was erwieſen werden ſoll. Denn ſo bald man annimmt, der Körper iſt in abſoluter Ruhe, ſo muß man auch vorausſetzen, daß ſeine Bewegung dem gleichförmigen Fortſchieben der Fläche durch ba gerade entgegengeſetzt ſey, d. h., daß er ſich, wenn die Fläche in Ruhe wäre, gleichförmig durch ab bewegen würde.

Noch einen andern Verſuch eines ſolchen Beweiſes gibt **Briſſon**. Aber auch dieſer hat einen Fehler. Es war alſo

alſo nöthig, von dem Grundſatze der Zuſammenſetzung, der ſelbſt auf die Zuſammenſetzung der Kräfte ausgedehnt werden könnte, einen allgemeinen Beweis zu geben. Dieſen hat nun Herr **Käſtner** *) aus der Theorie des Hebels mit vollkommener mathematiſcher Schärfe abgeleitet. Zuerſt erweiſet er das Geſetz des Gleichgewichts am geradlinigen Hebel, m. ſ. Hebel, gründet darauf die Theorie des Winkelhebels, und erweiſet daraus, daß wenn man (fig. 47.) auf den Richtungen zweyer Kräfte p und q von dem Punkte m an, wo ſie einander ſchneiden, zwey Linien m t, m v nimmt, die ſich wie die Kräfte p, q verhalten, und das Parallelogramm m t b v unter dieſen Linien ergänzt, alsdann die Diagonale desſelben b m die mittlere Richtung ſey, d. h., daß ſie beyden Kräften p und q nach den Richtungen m p, m q zuſammen den Punkt m eben ſo beſchleunigen, wie eine einzige Kraft, welche auf ihn nach der Richtung m b wirkte. M. ſ. **Winkelhebel.**

Nun iſt noch zu erweiſen übrig, daß dieſe mittlere nach m b wirkende Kraft auch der Größe oder der Stärke nach der Diagonale m b proportional ſeyn müſſe, d. h., daß ſie ſich zu den beyden äußern Kräften wie m b zu m t, m v verhalten müſſe. Dieſen Beweis gibt **Käſtner** auf dieſe Art:

Wenn (fig. 61.) auf c zwey Kräfte wirken, deren Richtungen und Größen durch c b und c d ausgedrückt werden, und das Parallelogramm a b c d ergänzt wird, ſo gibt deſſen Diagonale c a dem vorigen gemäß die mittlere Richtung. Man fragt nun nach der Größe dieſer nach c a gerichteten Kraft, welche eben ſo viel, als c b und c d zuſammen, wirken ſoll. Man nehme an, dieſe Größe ſey x. Nun ſtelle man ſich die Verlängerung von c a als einen Faden c f vor, ſo wird an dieſen Faden eine Kraft nach c f ziehen können. Wenn nun dieſe gerade den Punkt c zurück halten ſoll, daß ihn die Kräfte nach c b und c d nicht nach c a treiben, ſo muß

*) Progr. vectis et compoſitionis virium theoria euidentius expoſita. Lipſ. 1753. 4.

muß ſie der mittleren Kraft entgegengeſetzt und gleich, mithin = x, ſeyn.

Weil aber die drey Kräfte x, cb und cd einander an c gerade im Gleichgewichte erhalten ſollen, ſo kann man auch x und cd als ein Paar äußere anſehen, aus welchen eine mittlere entſtehen muß, die mit cb das Gleichgewicht hält, folglich cb gerade entgegengeſetzt ſeyn muß. Alſo gibt cb verlängert, ce die Diagonale des Parallelogramms unter den äußern Kräften x und cd. Man ſetze nun, ce ſoll = x ſeyn, ſo daß das Parallelogramm cfed werde; ſo muß der Punkt f ſo liegen, daß fe = cd = ba, und weil der Punkt e in der verlängerten bc ſeyn muß, ſo iſt cab = cfe, und die Dreyecke cab und cfe decken einander. Mithin iſt ce = cb, und cf = ca = x. Alſo ſtellt die Diagonale ca nicht nur die Richtung, ſondern auch die Größe der mittleren Kraft zu den beyden äußern cd und cb vor.

Wenn alſo ein Punkt von zwey Kräften zugleich getrieben wird, welche ſich den Richtungen und Größen nach wie die Linien cd und cb verhalten, ſo wiederfährt ihm eben ſo viel, als ob ihn nur eine einzige Kraft triebe, deren Richtung und Größe durch die Diagonale eines Parallelogramms ausgedrückt wird. Auf ſolche Art laſſen ſich Kräfte völlig nach eben den Regeln, wie Bewegungen, zuſammenſetzen.

Die mittlere Kraft kann nie ſo groß ſeyn, als die Summe der beyden Seitenkräfte, weil die Diagonale allemahl kleiner als die Summe ſeiner beyden Seiten iſt. Bey der Zuſammenſetzung geht alſo allemahl etwas von der Summe der Kräfte verloren.

Sind die äußern Kräfte cb = q, cd = p nebſt dem Winkel ihrer Richtungen dcb = α bekannt, ſo findet man mit Hülfe der Trigonometrie die mittlere Kraft, oder

$$ca = \sqrt{(p^2 + q^2 - 2p \cdot q \cdot \text{coſ.}\, \alpha)}$$

$$\text{ſin.}\, dca = \frac{q \cdot \text{ſin.}\, \alpha}{ca} \text{ und}$$

ſin.

$$\text{ſin. acb} = \frac{p \cdot \text{ſin.}\,\alpha}{ca};$$

auch verhalten ſich p und q wie die ſin. acb und ſin. dca, oder die äußern Kräfte verhalten ſich verkehrt, wie die Sinus der Winkel, die ſie mit der mittleren machen. Ferner hat man

$ca : p = \text{ſin.}\,\alpha : \text{ſin. acb}$ und

$ca : q = \text{ſin.}\,\alpha : \text{ſin. dca}$

oder: die mittlere Kraft verhält ſich zu jeder äußern, wie der Sinus des Winkels beyder äußern zum Sinus des Winkels der andern äußern mit der mittleren.

Wenn drey und mehrere Kräfte zuſammen kommen, ſo kann man zuerſt zwey davon zuſammenſetzen, dann die daraus entſtandene mittlere Kraft, als eine äußere betrachtet, mit der dritten u. ſ. f. zuſammenſetzen.

Hieraus läßt ſich nun auch ſehr leicht Stevins Grundſatz ableiten. M. ſ. Gleichgewicht.

Wenn die Kräfte keine gleichförmige, ſondern veränderte Bewegungen erzeugen, ſo kann man ſelbige wenigſtens in unendlich kleinen Zeittheilchen als gleichförmig betrachten, und aus der Zuſammenſetzung der Elemente des Weges Differenzialgleichungen herleiten. Auf ſolche Art wird man leicht finden, daß die zuſammengeſetzte Bewegung geradlinig bleibt, wenn die äußern Kräfte nur immer parallel, und die Geſchwindigkeiten, die ſie an jeder Stelle des Weges erzeugen, in einerley Verhältniſſe bleiben. Aendern ſich dagegen die Richtungen, oder die Verhältniſſe der Geſchwindigkeiten, ſo wird der Weg eine krumme Linie, deren Natur aus jenen Differenzialgleichungen gefunden werden muß. Es bleibt alſo die Zuſammenſetzung der Bewegung und der Kräfte immer der Grund, auf welchen die meiſten Unterſuchungen der höhern Mechanik, ſelbſt bey krummlinigen Bewegungen gebauet werden müſſen.

Alle dieſe Lehren ſind überhaupt in der Anwendung ganz ungemein reichhaltig, wovon man vieles beym Muſſchenbroek findet.

M. ſ.

M. ſ. *Muſſchenbroek* introd. ad philoſ. natur. Tom. I. §. 572 ſqq. Käſtner Anfangsgr. der Mechanik § 60 ff.

Zuſammenziehung ſ. **Verdichtung.**

Zweyſchattige (amphiſcii, amphiſciens) heißen die Bewohner der heißen Zone, deren Schatten bald nordwärts, bald ſüdwärts fällt. Für jeden Ort der heißen Zone gibt es im Jahre zwey Tage, an welchen die Sonne durch den Scheitel geht, an dieſen Tagen ſind die Bewohner dieſes Orts **unſchattig.** Zwiſchen dieſen Tagen aber geht die Sonne in dem einen Theile des Jahres ſüdwärts, im andern nordwärts des Scheitels durch den Mittagskreis, und die Schatten fallen in jenem Theile nach Norden, in dieſem nach Süden; daher iſt die Benennung **Zweyſchattige** entſtanden.

Zwiſchenmittel (intermedium, intermède, corps intermédiaire). Mit dieſem allgemeinen Ausdrucke bezeichnet man diejenigen Materien, vermittelſt deren ſich Wirkungen von einem Körper zu einem andern entferntern fortpflanzen, dieſe Fortpflanzung mag nun entweder durch wirklichen Uebergang einer Materie von einem Orte zum andern, oder durch bloße in den materiellen Theilen der Materie fortgepflanzte Stöße oder Schwingungen geſchehen. So iſt die Luft das Zwiſchenmittel, in welchem der Schall eines ſchallenden Körpers fortgepflanzt wird. Daß aber auch unmittelbare Wirkungen in der Entfernung ohne Zwiſchenmittel Statt finden, iſt unter dem Artikel **Gravitation** gezeigt worden.

In der Chemie verſteht man unter einem Zwiſchenmittel eine Subſtanz, welche zwey andere, welche unmittelbar mit einander nicht verwandt ſind, durch ſeine Verwandtſchaft mit beyden vereinigt. M. ſ. **Verwandtſchaft.**

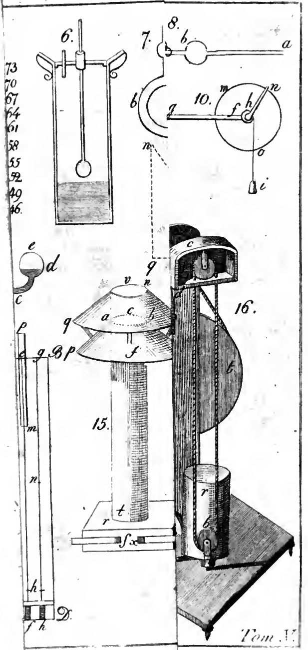
Zwiſchenräume der Körper, Poren (pori, intervalla, interſtitia corporum, pores, interſtices des corps) heißen diejenigen Räume, welche innerhalb der Gränzen eines Körpers von der ihm eigenen Materie nicht ausgefüllt werden. Es gibt unzählige Körper, bey welchen man dergleichen Zwiſchenräume ſchon mit bloßen Augen wahrnimmt. Dagegen gibt es aber auch Körper, beſonders die flüſſigen, bey

bey welchen man ſelbſt mit den beſten Vergrößerungsgläſern keine ſolche wahrnehmen kann.

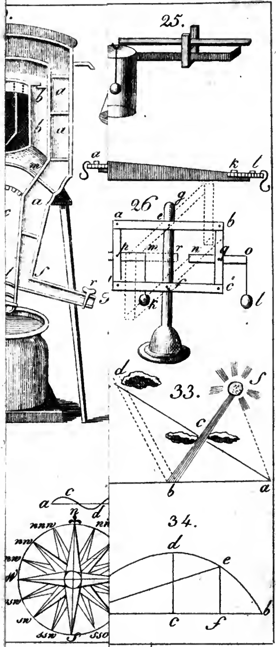
Indeſſen folgt aus der Wahrnehmung, daß die meiſten uns bekannten Körper Zwiſchenräume beſitzen, noch nicht, daß überhaupt Materie Räume enthalten müſſe, welche von aller Materie leer wären, ſo daß alſo eine zerſtreuete Leere Statt finde. Das atomiſtiſche Syſtem iſt freylich genöthigt, eine dergleichen zerſtreuete Leere der Materie anzunehmen, weil es abſolut undurchdringliche Materie annimmt, und daher bloß durch leere Zwiſchenräume die verſchiedenen Grade der Dichtigkeiten der Materien begreiflich machen kann. Hierauf beruhen nun auch alle diejenigen Gründe, welche man zum Beweiſe für das Daſeyn der Zwiſchenräume angeführt hat, wovon vorzüglich Muſſchenbroek nachgeſehen werden kann. Es iſt aber bereits unter dem Artikel Grundkräfte gezeigt worden, welchen Schwierigkeiten man ausgeſetzt iſt, leere Zwiſchenräume anzunehmen.

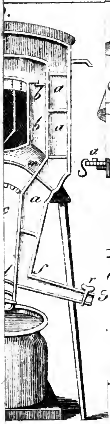
Vielmehr läßt ſich nach der dynamiſchen Lehre, wenn ſie der Phyſik zum Grunde gelegt wird, weit natürlicher darthun, daß alle Räume voll ſind, und die Dichtigkeiten der Materien bloß von den Intenſitäten ihrer Grundkräfte gegen einander abhängen. Um aber alle Wiederhohlungen zu vermeiden, verweiſe ich auf den Artikel Grundkräfte.

Tab. I.

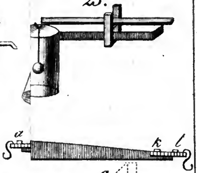


Tom. V.

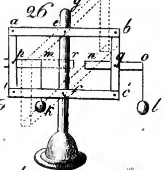

25.
26
33.
34.
a
b
c
d
e
f
s
n
nnw
nw
w
sw
ssw
sso


b
a
b
a
m
a
c
f
r
g

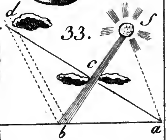
25.

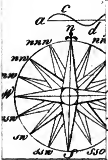

a
k
l

26.

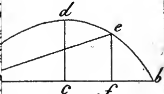

g
a
e
b
p
m
r
n
q
o
f
c
k
l

33.


d
s
c
b
a

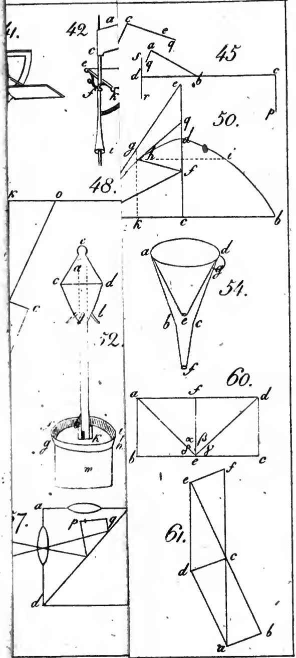

a
c
d
n
nnw
nw
w
sw
ssw
s
sso

34.


d
e
b
c
f

Digitized by Google

Tab. III.



THE UNIVERSITY OF MICHIGAN

DATE DUE

INTERLIBRARY LOAN
JUL 6 1982

A 591913
UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06715 3133

DO NOT REMOVE
OR
MUTILATE CARD